

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

João Marcos Bernardes

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA ERGONOMIA
PARTICIPATIVA E DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO
TRABALHO NA INDÚSTRIA DO VESTUÁRIO COM BASE NO
CICLO PDCA: UM ESTUDO DE CASO NO SETOR DE
REVISÃO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção. Orientador: Prof. Dr. Antônio Renato Pereira Moro.

Florianópolis

2012

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Bernardes, João Marcos

Aplicação dos princípios da ergonomia participativa e da análise ergonômica do trabalho na indústria do vestuário com base no ciclo PDCA [dissertação] : um estudo de caso no setor de revisão / João Marcos Bernardes ; orientador, Antônio Renato Pereira Moro - Florianópolis, SC, 2012.

128 p. ; 21cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de Produção. 2. Distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho. 3. Ergonomia participativa. 4. Indústria do vestuário. I. Moro, Antônio Renato Pereira. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

João Marcos Bernardes

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA ERGONOMIA
PARTICIPATIVA E DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO
TRABALHO NA INDÚSTRIA DO VESTUÁRIO COM BASE NO
CICLO PDCA: UM ESTUDO DE CASO NO SETOR DE
REVISÃO**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção.

Florianópolis, 16 de julho de 2012.

Prof. Antonio Cezar Bornia, Dr.

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Banca examinadora:

Prof., Dr. Antônio Renato Pereira Moro
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Wilson Luiz Przysieszny
Universidade Regional de Blumenau

Prof., Dr. Eugenio Andrés Díaz Merino
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a, Dr.^a Lizandra Garcia Lupi Vergara
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus pais e irmão, os quais sempre estiveram ao meu lado e, que através de seus exemplos de persistência, força, sabedoria, honestidade e humildade me guiaram não só nesta jornada, mas em toda a minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais e irmão, pelo apoio incondicional em todos os momentos de minha vida.

À minha namorada, Juliana, pela compreensão e dedicação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio Renato Pereira Moro, pela confiança depositada em minha pessoa, pela disposição, pelos ensinamentos e orientações e, ainda, o incentivo durante os obstáculos encontrados durante esta jornada.

À amiga Cláudia Wanderck, pelo imensurável apoio, sem o qual este trabalho não seria possível.

À empresa pesquisada por fornecer todas as informações solicitadas, em especial à Kátia Sezerino e às demais colaboradoras que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, pelas avaliações e contribuições finais ao trabalho.

A todos os professores das disciplinas por mim frequentadas durante o mestrado, pelos ensinamentos.

Ao professor Pedro Alberto Barbetta, pela grande ajuda nas questões estatísticas.

À Rosimeri Maria de Souza, secretária do PPGE/UFSC, pela cordialidade e presteza.

A todos os colegas de pós-graduação, em especial aos amigos Carlos Aparecido Fernandes, Clarissa Stefani Teixeira, Nelson Ferreira Filho e Thaiana Pereira dos Anjos, pelo companheirismo e troca de conhecimentos.

A todos os colaboradores do PPGE/UFSC.

A todos que indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos vocês meus mais sinceros agradecimentos por terem contribuído para a conclusão de mais esta etapa de minha vida.

“Se queres matar a fome de alguém da-lhe um
peixe. Mas se quiseses que ele nunca mais passe
fome ensine-o a pescar.”
(Provérbio chinês)

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo propor e implementar um programa de intervenção ergonômica baseado nos princípios da ergonomia participativa e da análise ergonômica do trabalho e gerenciado pelo ciclo PDCA, a fim de verificar a eficácia do mesmo tanto na redução do risco ergonômico das situações de trabalho quanto das queixas e afastamentos do trabalho decorrentes de distúrbios osteomusculares. O cenário para o estudo foi o setor de revisão de uma empresa do setor do vestuário localizada na cidade de Blumenau - SC, com a participação de todas as operadoras do setor. O programa de intervenção ergonômica proposto e implementado no estudo permitiu tanto o levantamento de dados acerca da situação de trabalho, quanto a proposição, seleção e validação de soluções ergonômicas com a participação efetiva não só do pesquisador mas, principalmente, das operadoras do setor. Como resultado do programa de intervenção ergonômica, foi implantada no setor uma nova bancada de trabalho de plano inclinado e com um sistema manual de ajuste de altura. Esta bancada eliminou a necessidade das operadoras permanecerem com os ombros em ângulos de flexão e abdução inadequados durante todo o processo de revisão das peças. Além da redução da exposição das operadoras a posturas inadequadas do ombro, pode-se observar, através da análise dos dados de visitas ambulatoriais e afastamentos do trabalho, que não foi registrada, nos nove meses posteriores à introdução das novas bancadas de trabalho, nenhuma visita ao ambulatório da empresa devido a queixas de desconforto/dor osteomuscular na região dos ombros por parte das operadoras do setor, assim como não ocorreu nenhum afastamento do trabalho destas pelo mesmo motivo. Assim sendo, o presente estudo permitiu concluir que o programa proposto e implementado no presente estudo foi eficaz tanto na redução do risco ergonômico das situações de trabalho, quanto na redução das queixas e afastamentos do trabalho decorrentes de problemas osteomusculares.

Palavras-chave: Distúrbio osteomuscular relacionado ao trabalho. Ergonomia participativa. Indústria do vestuário.

ABSTRACT

The main objective of this study was to propose and to implement a ergonomic program based on the principles of participatory ergonomics and of ergonomic analysis of work and managed by the PDCA cycle, in order to verify the program's efficacy in reducing not only the ergonomic risk of certain work activities, but also complaints and absence from work due to musculoskeletal disorders. The study was conducted in the quality control department of a garment industry located in the city of Blumenau - SC, with the participation of all department's operators. The ergonomic intervention program proposed and implemented in this study allowed to survey data about the work situation, and to propose, select and validate ergonomic solutions with effective participation not only of the researcher, but, mainly, of the department's operators. As a result of the ergonomic intervention program, it was implanted a workbench with an inclined plane and a manual height adjustment system. This change eliminated the need for operators to remain at inadequate angles of shoulder flexion and abduction throughout the entire review process. In addition to reducing the exposure of operators to inadequate shoulder postures, it could be observed through the analysis of data from the industry's ambulatory and from the personnel department that none of the operators went to the ambulatory due to musculoskeletal complaints in the shoulder region, just as there were no absences from work for the same reason, in a period of nine months after the introduction of the new workbenches. Therefore, this study showed that the intervention program proposed and implemented in this study was effective in reducing the ergonomic risk of work situations and in the reduction of complaints and absence of the work due to musculoskeletal problems.

Keywords: Work related musculoskeletal disorders. Participatory ergonomics. Garment industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo Integrado para o Desenvolvimento dos DORT	20
Figura 2 - Fases da Análise Ergonômica do Trabalho	31
Figura 3 - Etapas do programa de intervenção ergonômica proposto no estudo	55
Figura 4 - Módulos do ciclo PDCA e etapas do programa de ergonomia participativa correspondentes	59
Figura 5 - Arco de revisão	66
Figura 6 - Posto de trabalho	67
Figura 7 - Tesoura utilizada pelas operadoras	67
Figura 8 - Postura dos membros superiores de uma operadora durante a colocação da peça no arco de revisão	68
Figura 9 - Postura dos membros superiores de uma operadora durante a revisão de uma peça	68
Figura 10 – Nova bancada de trabalho	73
Figura 11 – Sistema de inclinação da bancada	74
Figura 12 – Sistema de ajuste da altura da bancada	74
Figura 13 - Postura dos membros superiores de uma operadora durante a revisão de uma peça na nova bancada de trabalho	75

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Evidências científicas da relação entre fatores biomecânicos e o desenvolvimento dos DORT	13
Quadro 2 - Dimensões e categorias do PEF	39
Quadro 3 - Etapas da abordagem passo a passo de EP proposta por Vink, Imada e Zink	43
Quadro 4 - Caracterização do programa de EP empregado no estudo, conforme as dimensões e categorias propostas pelo PEF	65
Tabela 1 - Pontuação final da técnica RULA antes e após a intervenção ergonômica	76
Tabela 2 - Comparação dos dados de visita ambulatorial e afastamento do trabalho antes e após a intervenção	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção
AET - Análise Ergonômica do Trabalho
CCOHS - *Canadian Center for Occupational Health and Safety*
DORT - Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho
EASHW - *European Agency for Safety and Health at Work*
EP - Ergonomia Participativa
FIESC - Sistema Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina
IEA - *International Ergonomics Association*
NIOSH - *National Institute of Occupational Safety and Health*
NRC/IOM - *National Research Council and Institute of Medicine*
PEF - *Participatory Ergonomics Framework*
PIB - Produto Interno Bruto
RULA - *Rapid Upper Limb Assessment*
SESI-SP - Serviço Social da Indústria do Estado de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	4
1.1.1 Objetivo geral	4
1.1.2 Objetivos específicos	4
1.2 JUSTIFICATIVA	5
1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	6
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	6
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 DORT	9
2.1.1 Definição	9
2.1.2 Terminologias comumente utilizadas	10
2.1.3 Fatores de risco	10
2.1.3.1 Fatores de risco biomecânicos	11
2.1.3.2 Fatores de risco organizacionais	14
2.1.3.3 Fatores de risco psicossociais	15
2.1.3.4 Fatores de risco ambientais	16
2.1.3.5 Fatores de risco individuais	17
2.1.4 Desenvolvimento dos DORT: um modelo teórico	17
2.1.5 Fisiopatologia dos DORT	23
2.1.5.1 Distúrbios tendinosos	23
2.1.5.2 Distúrbios musculares	24
2.1.5.3 Distúrbios nervosos	25
2.1.6 Incidência e prevalência dos DORT	26
2.1.7 O custo dos DORT	28
2.2 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO - AET	28
2.2.1 Análise da demanda	30
2.2.2 Análise da tarefa	32
2.2.3 Análise da atividade	32
2.2.4 Diagnóstico ergonômico	33
2.2.5 Caderno de recomendações ergonômicas	33
2.3 ERGONOMIA PARTICIPATIVA	33
2.3.1 Ergonomia participativa e os DORT	44
2.4 CICLO PDCA	45
2.4.1 Planejar	46
2.4.1.1 Localização do problema	46
2.4.1.2 Estabelecimento de metas	47

2.4.1.3 Análise do fenômeno	47
2.4.1.4 Análise do processo	48
2.4.1.5 Elaboração do plano de ação	48
2.4.2 Executar	48
2.4.3 Verificar	49
2.4.4 Agir	49
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	49
3 MÉTODO	51
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	51
3.2 PARTICIPANTES	51
3.3 MATERIAIS/INSTRUMENTOS	52
3.4 PROCEDIMENTOS	52
3.4.1 Contato inicial com a empresa e com os participantes	52
3.4.2 Aplicação do programa de intervenção ergonômica	52
3.4.3 Elaboração do relatório final	53
3.5 ANÁLISE DOS DADOS	53
3.6 MODELO DA INTERVENÇÃO ERGONÔMICA	53
3.6.1 Programa de intervenção ergonômica	54
3.6.1.1 Introdução	54
3.6.1.2 Análise da situação	56
3.6.1.3 Concepção da solução	56
3.6.1.4 Seleção da solução	57
3.6.1.5 Prototipagem da solução	57
3.6.1.6 Teste da solução	57
3.6.1.7 Ajuste da solução	58
3.6.1.8 Implementação da solução	58
3.6.1.9 Avaliação da solução	58
3.6.1.10 Validação da solução	58
3.6.2 Gerenciamento do programa de intervenção ergonômica	59
3.6.2.1 Planejamento	60
3.6.2.2 Execução	60
3.6.2.3 Verificação	60
3.6.2.4 Validação	61
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	63
4.1 MÓDULO PLANEJAMENTO	63
4.1.1 Introdução	63
4.1.2 Análise da situação	66
4.1.3 Concepção da solução	72
4.1.4 Seleção da solução	73

4.1.5 Prototipagem da solução	73
4.1.6 Teste da solução	74
4.1.7 Ajuste da solução	76
4.2 MÓDULO EXECUÇÃO	77
4.2.1 Implementação da solução	77
4.3 MÓDULO VERIFICAÇÃO	77
4.3.1 Avaliação da solução	77
4.4 MÓDULO VALIDAÇÃO	79
4.4.1 Validação da solução	79
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados divulgados pela Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção - ABIT, o Brasil é hoje o quarto maior parque produtivo de confecção do mundo e o quinto maior produtor têxtil do mundo. Segundo dados referentes ao ano de 2010 o faturamento da cadeia têxtil e de confecção nacional foi de 60,5 bilhões de dólares, empregando de forma direta, em 2011, 1,7 milhão pessoas (8 milhões se adicionados os empregos indiretos), dos quais 75% foram mão de obra feminina. Desta forma, o setor representou 5,5% do faturamento da indústria de transformação brasileira e 16,4% dos empregos, sendo, assim, o segundo maior empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para o setor de alimentos e bebidas (ABIT, 2012).

Santa Catarina, por sua vez, é o segundo maior pólo empregador têxtil e de vestuário do Brasil, contando em 2010 com 9.264 indústrias e 172,8 mil trabalhadores diretamente empregados. Economicamente, o setor, em 2009, foi responsável por 18,7% do valor da transformação industrial de Santa Catarina (FIESC, 2011).

Segundo o SESI-SP (2003) a indústria do vestuário nacional constitui-se principalmente de micro, pequenas e médias empresas com diversidade de escalas produtivas e grande heterogeneidade das unidades fabris, as quais utilizam máquinas e equipamentos que variam desde modelos mais simples até tecnologias mais avançadas, que permitem economia de tecido e maior rapidez nas etapas produtivas.

Nascimento e Moraes (2000) afirmam que, a industrialização acelerada somada às necessidades econômicas das empresas geram agressões aos trabalhadores, deixando estes, muitas vezes, desprotegidos no que se refere à saúde ocupacional.

Observa-se nas indústrias têxteis que, apesar dos avanços tecnológicos, muitas vezes os investimentos em tecnologia não são acompanhados de mudanças na organização e nas condições de trabalho, o que resulta na exposição dos colaboradores a atividades que exigem grandes esforços, muitas vezes além dos limites do organismo humano, gerando tensão e desgaste e, que contribuem com a ocorrência dos Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho - DORT (MELZER, 2008).

Definidos como afecções relacionadas ao trabalho, caracterizadas pela ocorrência de vários sintomas concomitantes ou não, tais como: dor, parestesia, sensação de peso e fadiga, de aparecimento insidioso,

geralmente nos membros superiores, mas podendo acometer membros inferiores, os DORT continuam a ser uma das principais causas de perda de produtividade, absenteísmo e incapacidade laboral (temporária ou permanente), impondo um pesado fardo sobre os trabalhadores, organizações e a sociedade em geral, apesar da extensa quantidade de informações sobre sua fisiopatologia, epidemiologia e fatores de risco acumulada nos últimos 20 anos (BRASIL, 2003; BALDWIN, 2004; BUCKLE, 2005; JEZUKAITIS; KAPUR, 2011).

Com base nesses conhecimentos, Bernard (1997), Punnett e Wegman (2004) e David (2005) afirmam que, diferentemente de várias doenças ocupacionais que se originam através da exposição a um determinado agente de risco, o desenvolvimento dos DORT é multicausal. Assim sendo, os fatores de risco relacionados aos DORT são de natureza: biomecânica (postura inadequada, força, repetitividade, compressões mecânicas e vibrações), organizacional (pausas, horas-extras, fragmentação das tarefas etc.), psicossocial (expressão das percepções subjetivas que o trabalhador apresenta em relação aos fatores organizacionais do trabalho) e individual (patologias prévias, idade, gênero etc.).

O tratamento e reabilitação dos trabalhadores afetados pelos DORT geram custos financeiros significativos não só para os indivíduos como também para o Estado, além destes, as indústrias também apresentam custos econômicos significativos decorrentes da perda de produtividade, de processos judiciais, com o treinamento de substitutos para os profissionais afastados, entre outros. Nos Estados Unidos da América a magnitude do problema em termos financeiros foi estimada em 54 bilhões de dólares anuais (BOOCKOCK et al., 2007).

Torna-se claro, portanto, que a prevenção dos DORT é de extrema importância. Para Maciel (2000), sendo as causas dos DORT relacionadas às atividades laborais, para prevenir a instalação destas patologias torna-se necessário modificar as condições de trabalho que podem potencialmente causá-las.

Desta forma, a fim de prevenir o surgimento dos DORT intervenções ergonômicas são usualmente realizadas, uma vez que, a ergonomia é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema, sendo capaz de contribuir, desta forma, para o planejamento, projeto e a avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas

de modo a torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas.

Entretanto, achados de revisões sistemáticas recentes, conduzidas por Boocock et al. (2007) e Driessen et al. (2010b), sugerem que a implementação de intervenções ergonômicas isoladas não é eficiente na prevenção dos DORT entre trabalhadores industriais.

De acordo com certos autores, esta falta de efeitos pode ser devido à implementação inadequada de medidas ergonômicas, portanto, o uso da ergonomia participativa (EP), como uma estratégia para implementar medidas ergonômicas, tem sido recomendado pelo Instituto de Segurança e Saúde Ocupacional dos Estados Unidos da América (*National Institute of Occupational Safety and Health* - NIOSH) e pela Agência Européia para a Segurança e Saúde Ocupacional (*European Agency for Safety and Health at Work* - EASHW) como um importante método para controlar os DORT e iniciar um programa de ergonomia (HAUKKA et al., 2008; ZALK, 2001).

A EP é um método cada vez mais utilizado para melhorar os aspectos ergonômicos do trabalho. Esta consiste no envolvimento ativo dos trabalhadores, apoiados por seus superiores (supervisores, gerentes etc.), no processo de identificação de fatores de risco no local de trabalho, e na seleção das soluções mais adequadas para esses riscos, a fim de melhorar as suas condições de trabalho (ANEMA et al., 2003; KOGI, 2006; NAGAMACHI, 1995).

Imada (1991) e Rivilis et al. (2006) afirmam que a EP, quando comparada à ergonomia tradicional, apresenta as seguintes vantagens: maior eficácia na intervenção, maior capacidade de solução de problemas (essencial para o controle efetivo dos DORT, visto que estes apresentam múltiplos fatores de risco), melhor comunicação entre as partes interessadas e maior aceitação por parte dos trabalhadores das mudanças ergonômicas introduzidas (resultante da sensação de propriedade destas mudanças).

Além do modelo de implantação de um programa de intervenção ergonômica, outro fator pode estar envolvido no sucesso deste: a forma de gerenciamento do programa. Nesta linha, Rostyakus e East (2004) afirmam que, o gerenciamento de programas de intervenção ergonômica como um processo de melhoria contínua aumenta as chances de sucesso dos mesmos.

Para Attadia e Martins (2003), Deming (1990) e Carpinetti (2000), a implantação e o gerenciamento de quaisquer processos de melhoria contínua devem ter como base o ciclo PDCA, um método que

permite que esforços sistemáticos e iterativos de melhoria sejam levados a cabo.

Neste contexto, o problema desta pesquisa teve como foco a seguinte questão: a implantação de um programa de intervenção ergonômica baseado nos princípios da ergonomia participativa e da análise ergonômica do trabalho, e gerenciado pelo ciclo PDCA é eficaz na redução do risco ergonômico das situações de trabalho e, por conseguinte, das queixas e afastamentos do trabalho decorrentes de problemas osteomusculares?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente estudo foi propor e implementar um programa de intervenção ergonômica, no setor de revisão de uma indústria do vestuário, a fim de verificar se este foi eficaz na redução do risco ergonômico das situações de trabalho.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Propor e implementar um programa de ergonomia baseado nos princípios da ergonomia participativa e da análise ergonômica do trabalho, e gerenciado pelo ciclo PDCA;
- Descrever tanto o processo de implementação deste programa, quanto os resultados obtidos pelo mesmo;
- Descrever as modificações das situações de trabalho realizadas com base nos resultados do programa de intervenção ergonômica;
- Comparar o risco ergonômico da situação de trabalho antes e após as modificações das situações de trabalho;
- Comparar o número de visitas ambulatoriais e afastamentos do trabalho devido a problemas osteomusculares, antes e após as modificações das situações de trabalho.

1.2 JUSTIFICATIVA

O interesse pelo tema surgiu, inicialmente, pela constatação por parte do pesquisador de que, muitas vezes, quando da aplicação da metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho - AET (a ser explicada no capítulo revisão da literatura) por um profissional contratado pela organização para resolver problemas relacionados aos DORT, os trabalhadores, mesmo tendo participado diretamente do processo de modificação das condições de trabalho, não se sentem capazes de interferir e possibilitar mudanças. Assim sendo, caso, após a saída do profissional, surja um novo problema os trabalhadores nada fazem para avaliar e modificar a situação, esperando a chegada de um novo profissional que resolva o problema. A percepção desta situação motivou o pesquisador a buscar novos recursos que permitissem que, mesmo na falta de um profissional exclusivamente contratado para resolver problemas ergonômicos na organização, os trabalhadores tornassem-se capazes de avaliar e modificar a situação de forma proativa, transformando-os nos principais responsáveis pela preservação da sua saúde.

Outro fator levado em consideração, ainda, quando da escolha do tema foi, o escasso número de publicações nacionais acerca não somente da utilização da ergonomia participativa como forma de controle dos DORT, como, também, da utilização de métodos que garantam que tanto a análise das condições de trabalho, quanto à condução das ações de modificação do trabalho sejam gerenciadas como um processo de melhoria contínua. O autor reconhece que a literatura científica internacional apresenta um grande número de publicações acerca do tema, entretanto, as diferenças culturais, sociais, econômicas e legais entre os diferentes países impedem a simples reprodução dos programas de EP apresentados nestas publicações para a realidade brasileira.

Por final, o fato de o setor têxtil ter sofrido com a desvalorização cambial e consequente aumento das importações de produtos asiáticos nos últimos anos, justifica a realização desta pesquisa. Visto que, esta situação torna inadmissível que as empresas deste setor não sejam capazes de controlar os DORT de forma eficaz e acabem perdendo ainda mais mercado devido ao encarecimento de seus produtos por custos incorridos em consequência dos DORT (custos médicos; ausências do trabalho, resultando em produtividade perdida - absenteísmo; diminuição da produtividade dos trabalhadores que continuam a trabalhar apesar de afetados pela patologia - presenteísmo; processos

judiciais; entre outros).

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O programa de intervenção ergonômica proposto no presente estudo foi implementado no setor de revisão de uma empresa do setor do vestuário, constituído por 8 operadoras, que aceitaram participar do estudo. Para a elaboração e implementação do programa foi necessário aprofundar os conhecimentos referentes aos DORT, à ergonomia participativa, à análise ergonômica do trabalho e ao ciclo PDCA.

A fim de verificar a eficácia do programa de intervenção ergonômica proposto e implementado no presente estudo, julgou-se necessário comparar tanto o risco ergonômico da situação de trabalho analisada, antes e após as modificações realizadas com base nos resultados do programa de intervenção ergonômica, através da utilização da técnica de análise RULA, como o número de visitas ambulatoriais e afastamentos do trabalho devido a problemas osteomusculares, antes e após as modificações das situações de trabalho.

Assim sendo, as delimitações deste estudo foram: compreender os aspectos teóricos dos DORT, da ergonomia participativa, da análise ergonômica do trabalho e do ciclo PDCA; propor e implementar um modelo de programa de intervenção ergonômica, baseado nos princípios da ergonomia participativa e da análise ergonômica do trabalho, e gerenciado pelo ciclo PDCA; analisar a eficácia do programa de intervenção ergonômica, considerando não somente os recursos e tempo disponíveis, como, também, as capacidades dos participantes do programa.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Com a finalidade de organizar e facilitar o entendimento do estudo realizado, este trabalho foi estruturado em cinco capítulos distintos, descritos a seguir:

No primeiro capítulo, cujo título é Introdução, são apresentados o contexto e a problemática da pesquisa, os objetivos (geral e específicos), as motivações e justificativas para a escolha do tema da pesquisa, as

delimitações e caracterização do estudo e, por fim, a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo, sob o título Revisão de Literatura, reúne o referencial teórico que norteou o estudo.

O terceiro capítulo, intitulado Método, se destina à caracterização da empresa, setor e participantes, à apresentação dos recursos metodológicos e ferramentas utilizadas e à apresentação de informações referentes à coleta, tabulação e a análise estatística dos dados. Neste capítulo é descrito, ainda, o programa de intervenção ergonômica baseado nos princípios da ergonomia participativa e gerenciado pelo ciclo PDCA proposto no estudo.

No quarto capítulo, intitulado Apresentação e discussão dos resultados, são apresentados e discutidos simultaneamente os resultados obtidos pelo estudo.

No quinto capítulo, denominado Considerações finais, são demonstrados os resultados, as limitações e as conclusões do estudo, bem como são apresentadas recomendações para estudos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A presente pesquisa, partindo dos propósitos estabelecidos na introdução, discute sobre as seguintes temáticas:

- DORT;
- Análise Ergonômica do Trabalho (a qual é apresentada após uma introdução geral sobre a ergonomia);
- Ergonomia participativa;
- Ciclo PDCA - planejar, fazer, verificar e agir.

2.1 DORT

De acordo com Assunção e Vilela (2009), a mais de duas décadas os DORT impõe a todos que atuam direta ou indiretamente no campo da saúde do trabalhador enormes desafios, não só pelo fato de não serem explicados por meio de um raciocínio simplista e unicausal, mas, também, por apresentarem um amplo espraçamento, atingindo quase todos os segmentos da população economicamente ativa. Assim sendo, as autoras consideram os DORT como uma das questões mais complexas, atuais e relevantes na área da saúde do trabalhador.

Na tentativa de proporcionar um melhor entendimento sobre estes distúrbios esta seção discorrerá sobre os seguintes temas: definição, terminologias comumente utilizadas, fatores de risco, desenvolvimento, fisiopatologia, incidência e prevalência, custos e prevenção.

2.1.1 Definição

Os DORT são definidos como um conjunto de afecções relacionadas ao trabalho que acometem músculos, fâscias musculares, tendões, ligamentos, articulações, nervos e vasos sanguíneos. Caracterizados pela ocorrência de vários sintomas concomitantes ou não, tais como dor, parestesia, sensação de peso e fadiga, de aparecimento insidioso, os DORT incidem geralmente nos membros superiores e região cervical, mas podem acometer a região dorso-lombar e membros inferiores (BRASIL, 2003; RUIZ, 2003).

2.1.2 Terminologias comumente utilizadas

De acordo com Brasil (2003) e Santos (2009) a identificação de uma nomenclatura de consenso tem gerado polêmicas, uma vez que os DORT receberam numerosas denominações no decorrer das últimas décadas como, por exemplo, Lesões por Traumas Cumulativos (LTC), Lesões por Esforços Repetitivos (LER), Doença Cervicobraquial Ocupacional (DCO), e Síndrome de Sobrecarga Ocupacional (SSO). Entretanto, atualmente, a terminologia DORT tem sido preferida por alguns autores em relação a outros termos, por evitar que na própria denominação já se apontem causas definidas (como por exemplo: “cumulativo” nas LTC e “repetitivo” nas LER) e os efeitos (como por exemplo: “lesões” nas LTC e LER).

O presente estudo utilizou o termo DORT, por considerá-lo mais preciso, visto que não induz na sua denominação causas e efeitos e, ainda por facilitar a escrita, a nomeação de arquivos de programas de computador, economizar toques de digitação e reduzir o gasto com tinta de impressão e papel. Entretanto, deve-se destacar que o autor do presente estudo reconhece este termo como sinônimo de todos os outros mencionados no parágrafo anterior.

2.1.3 Fatores de risco

Segundo Lotufo apud Rio (1998) fatores de risco são condições pressupostamente correlacionados com o aumento da probabilidade de ocorrência de certo eventos mórbidos. O autor destaca, entretanto, que a existência destes fatores não é um determinante incondicional para o desencadeamento dessas doenças, que podem ocorrer sem a presença destes, ou não acontecerem, mesmo que estejam presentes de forma expressiva.

No que concernem os DORT, predomina o consenso de natureza multifatorial, no qual diversos fatores de risco em interação cooperam para o desenvolvimento desses distúrbios. Assim sendo, os fatores de risco associados ao desenvolvimento e/ou exacerbação dos DORT incluem fatores biomecânicos, organizacionais, psicossociais, ambientais e, ainda fatores individuais não relacionados ao trabalho (BUCKLE, 2005; DAVID, 2005; BARBE; BARR, 2006; KARSH, 2006; COSTA; VIEIRA, 2009).

A seguir, cada um destes fatores de risco será analisado em seções próprias, de forma individualizada.

2.1.3.1 Fatores de risco biomecânicos

Segundo Keyserling (2000) os fatores de risco biomecânicos para o desenvolvimento dos DORT são a realização de esforços de forma repetitiva, a realização de força (estática e/ou dinâmica), a manutenção de posturas inadequadas, as compressões mecânicas e a exposição a vibrações.

De acordo com Colombini et al. (2001), repetitividade pode ser definida como a realização de ações técnicas consecutivas, por no mínimo uma hora, na qual o indivíduo faz ciclos de trabalho similares e de duração relativamente breve (alguns minutos no máximo). No que tange ao número de ações técnicas, Occhipinti (1998) afirma que o trabalhador pode realizar até 30 ações técnicas por minuto, desde que não haja postura inadequada e/ou força excessiva e/ou vibração e/ou compressão mecânica associados, e ainda que haja tempo de recuperação suficiente para os tecidos. Já, quanto à duração do ciclo, Silverstein, Fine e Armstrong (1986) afirmam que qualquer ciclo de trabalho de duração inferior a 30 segundos, ou um ciclo onde um elemento do trabalho ocupe mais que 50% do ciclo caracterizam alta repetitividade.

Para Colombini et al. (2001), a força representa o esforço biomecânico necessário para realizar uma determinada ação - ou sequência de ações. Segundo os autores, a necessidade de realizar força durante atividades laborais pode estar relacionada ao ato de movimentar ou segurar ferramentas e/ou objetos ou, ainda, à manutenção de um segmento corporal em uma determinada postura. Grandjean e Kroemer (2005) destacam que a força pode estar associada a contrações musculares estáticas, nas quais a contração é mantida por um período mais prolongado, ou a contrações dinâmicas, nas quais ocorre alternância entre a contração e o repouso de grupos musculares. A diferença fundamental entre a contração estática e dinâmica, é que, durante a contração estática a pressão interna do tecido muscular é aplicada de forma intermitente sobre os vasos sanguíneos, de forma que o sangue não consegue mais fluir pelo músculo, o qual deixa de receber nutrientes e oxigênio do sangue, devendo, assim usar de suas próprias reservas energéticas. Os autores relatam, ainda, que esforços dinâmicos

de natureza repetitiva não devem exceder 30% da capacidade muscular máxima, entretanto caso o esforço não se prolongue por mais de cinco minutos o esforço pode ser de até 50% da capacidade muscular máxima. Já quanto aos esforços estáticos impossíveis de serem evitados, os autores indicam que estes devem ser reduzidos a menos de 15% da capacidade muscular máxima e a 10% desta quando forem de longa duração.

Ranney (2000) considera uma postura inadequada caso ela se encaixe em um dos seguintes casos: 1) quando um membro ou segmento de um membro se encontre fora da posição vertical, uma vez que a força da gravidade irá atuar sobre a massa do membro, exigindo um momento de força articular, com a necessidade de forças musculares e/ou ligamentares para suportá-lo; 2) quando uma articulação se encontra próxima à amplitude de movimento articular máxima, o que pode causar sobrecarga nos ligamentos e, ainda, compressão de vasos sanguíneos e/ou nervos; 3) caso uma articulação se encontre distante de sua amplitude articular ótima (amplitude que permite a aplicação de força com um mínimo de fadiga e de potencial lesivo), pois esta situação altera a geometria dos músculos e debilita a função das articulações ou tendões ao seu redor; 4) se a postura não se altera por períodos de tempo prolongados, por exigir uma contração muscular estática. De acordo com Couto (2006), as posturas conhecidas como problemáticas sob o ponto de vista biomecânico são: coluna cervical excessivamente estendida; coluna cervical excessivamente flexionada; coluna cervical em rotação; abdução do ombro; desvio ulnar do punho; flexão do punho; coluna vertical fora do eixo vertical e com carga distante do corpo; rotação e flexão da coluna vertebral.

A compressão mecânica, a qual ocorre quando uma parte do corpo faz contato com quinas vivas - bordas não arredondadas de mesas, cadeiras, máquinas, ferramentas etc. - é particularmente lesiva para determinados tecidos (como nervos e vasos sanguíneos), secundariamente a sua localização (FISCHER; KONKEL; HARVEY, 2004; SOMMERICH; MARRAS; KARWOWSKI, 2006).

A exposição diária e repetida a vibrações no local de trabalho pode causar modificações patológicas dos tecidos envolvidos. Músculos expostos à vibração exibem um reflexo tônico de vibração que causa uma intensa contração muscular involuntária. A vibração produz, ainda, prejuízos à capacidade tátil, o que em curto prazo, pode levar a um aumento da quantidade de força exercida durante a realização de tarefas manuais. A vibração também pode acarretar em abrasão mecânica das

bainhas dos tendões e lesionar diretamente os nervos periféricos e os terminais nervosos (REGIS FILHO et al., 2010).

Bernard (1997) ao realizar uma pesquisa, a partir de estudos epidemiológicos, sobre o papel dos fatores biomecânicos na origem dos DORT em diversos segmentos anatômicos, encontrou níveis variados de evidências de relação entre a presença destes fatores e o desenvolvimento dos DORT; os resultados desta pesquisa são apresentados no quadro 1.

Região corpórea Fatores de risco	Forte evidência	Evidência	Evidência insuficiente	Evidência de não relação
Pescoço e Pescoço/ombro				
Repetitividade		X		
Força		X		
Postura	X			
Vibração			X	
Ombro				
Postura		X		
Força			X	
Repetitividade		X		
Vibração			X	
Cotovelo				
Repetitividade			X	
Força		X		
Postura			X	
Combinação	X			
Mão/punho				
- <i>Síndrome do</i> <i>túnel do carpo</i>				
Repetitividade		X		
Força		X		
Postura			X	
Vibração		X		
Combinação	X			

Quadro 1 - Evidências científicas da relação entre fatores biomecânicos e o desenvolvimento dos DORT (continua)

Fonte: Bernard (1997).

Região corpórea Fatores de risco	Forte evidência	Evidência	Evidência insuficiente	Evidência de não relação
<i>- Tendinite</i>				
Repetitividade		X		
Força		X		
Postura		X		
Combinação	X			
<i>- Síndrome da vibração de mãos e braços</i>				
Vibração	X			
Coluna				
Levantar materiais	X			
Postura		X		
Trabalho físico pesado		X		
Vibração de corpo todo	X			
Trabalho em postura estática			X	

Quadro 1 - Evidências científicas da relação entre fatores biomecânicos e o desenvolvimento dos DORT (conclusão)

Fonte: Bernard (1997).

2.1.3.2 Fatores de risco organizacionais

A organização do trabalho pode ser definida como a forma pela qual o trabalho é estruturado, gerenciado e concretizado, incluindo práticas de supervisão e de produção e influenciando o uso que o trabalhador faz de si para cumprir os objetivos da produção. A organização do trabalho define a concepção do modelo de produção, a jornada de trabalho, a carga, o ritmo e a complexidade do trabalho, os ciclos trabalho-pausa, as habilidades necessárias, a extensão e os métodos de treinamento, os métodos de supervisão, as relações interpessoais, as perspectivas de carreira etc. (CARAYON; SMITH; HAIMS, 1999; ASSUNÇÃO; VILELA, 2009).

De acordo com Wang et al. (2007), a organização do trabalho pode contribuir para o desenvolvimento dos DORT tanto através da

determinação da natureza das atividades realizadas como pela determinação da duração, extensão e frequência da carga de trabalho. Neste contexto, Long, Johnston e Bogossian (2012) afirmam que os seguintes fatores organizacionais estão comprovadamente relacionados com o desenvolvimento dos DORT em trabalhadores da área da saúde: turno de trabalho, longas jornadas de trabalho e clima organizacional.

2.1.3.3 Fatores de risco psicossociais

Para Lee et al. (2008), Assunção e Vilela (2009) e Campo, Weiser e Koenig (2009) os fatores psicossociais se referem à percepção subjetiva dos trabalhadores sobre os fatores organizacionais. Corroborando este ponto de vista, Carayon, Smith e Haims (1999) e Punnett e Wegman (2004) afirmam que a organização do trabalho pode influenciar na ocorrência dos DORT como um estressor psicológico.

Seguindo esta linha, conhecida como psicopatologia do trabalho, Dejours, Dessors e Desriau (1993) e Paraguay (2003) afirmam que a atividade profissional não é apenas um modo de ganhar a vida, mas, também, uma forma de inserção social, em que aspectos psíquicos e físicos estão fortemente implicados, sendo a organização do trabalho, de acordo com Dejours (1992), o ponto chave que pode ocasionar tanto a satisfação no trabalho, como o desprazer ao se confrontar com as aspirações, motivações e desejos dos trabalhadores. Para Dejours (1992) a organização do trabalho exerce sobre o homem, uma ação específica, cujo impacto ocorre sobre o aparelho psíquico. Quando os indivíduos não podem fazer modificações na sua tarefa no sentido de torná-la mais adequada as suas necessidades fisiológicas e desejos psicológicos, ou seja, quando a relação homem trabalho é bloqueada ocorre sofrimento de natureza mental, gerando doenças somáticas e não apenas psíquicas, mesmo na ausência de nocividade no ambiente de trabalho.

Esta teoria, de fundamentação psicanalítica, vem sendo corroborada por estudos, que revelam que os fatores psicossociais podem influenciar a carga biomecânica ou, ainda, as respostas ao estresse. Segundo estes estudos, o organismo de trabalhadores que se encontram expostos aos fatores de risco psicossociais acionaria mecanismos neuroendócrinos (alterações na liberação de adrenalina e noradrenalina), que atuam sobre a atividade muscular, capazes de facilitar a ocorrência das DORT ou, ainda, influenciar na percepção da

dor (BONGERS; KREMER; TER LAAK, 2002; HUANG; FEUERSTEIN; SAUTER, 2002; THEORELL, 1996).

Bongers, Kremer e ter Laak (2002) ressaltam ainda que as associações entre fatores psicossociais e DORT parecem ser mais fortes para a região do pescoço e ombros do que para mãos e punhos. De acordo com os autores, as evidências conduzem à idéia de que fatores psicossociais podem levar a um maior grau de contração da musculatura da coluna cervical e dos ombros.

De acordo com Deeney e O'Sullivan (2009) os seguintes fatores de risco psicossociais apresentam evidências de associação com os DORT: demandas elevadas, baixo nível de controle sobre o trabalho (nível de controle que um trabalhador possui sobre como e quando realizar suas tarefas), realização de tarefas monótonas e baixo apoio social¹ de colegas e supervisores.

2.1.3.4 Fatores de risco ambientais

Determinadas condições ligadas a agentes físicos (temperatura, iluminação e ruídos) podem levar a um aumento da solicitação mecânica na realização de uma atividade (MARTINS Jr., 2008).

González-Alonso et al. (1999) relata que altas temperaturas associadas ao exercício físico podem levar a uma elevação na temperatura corporal, o que, por si só pode acelerar a instalação da fadiga, mesmo em indivíduos treinados. Já, o trabalho em baixas temperaturas (inferiores à 15 graus Celsius) dificulta e diminui a circulação nos músculos, devido ao efeito de vasoconstrição e, no caso das mãos, exige o uso de luvas, o que aumenta a força necessária para realizar as atividades de trabalho (MARTINS Jr., 2008).

A iluminação inadequada do posto de trabalho, por sua vez, pode levar o trabalhador a assumir posturas inadequadas, para aproximar os olhos do objeto a ser observado e melhor visualizar a operação (MARTINS Jr., 2008).

Finalmente, a presença de ruído, de acordo com Costa e Kitamura (1995), leva a elevação do nível geral de vigilância, aumento do tónus

¹ Apoio social é um termo bastante amplo utilizado para descrever um processo complexo de como um indivíduo obtém o apoio de relações interpessoais, melhorando assim a sua capacidade de lidar com situações problemáticas e reforçando seu bem-estar geral devido ao sentimento de pertencer a uma comunidade.

muscular e ausência de relaxamento ao repouso, por via polineural, não específica, através das conexões colaterais na substância reticular do tronco cerebral.

2.1.3.5 Fatores de risco individuais

Quanto aos fatores individuais, ou seja, não relacionados ao trabalho, Punnett e Wegman (2004), David (2005), Barbe e Barr (2006) e Costa e Vieira (2009) relatam que fatores como idade, gênero, etnia, IMC elevado, fumo, traumatismos e doenças sistêmicas pregressas que afetem o sistema osteomuscular e/ou nervoso periférico (por exemplo, artrite reumatóide, gota, lupus, diabetes etc.) estão relacionados com o desenvolvimento e/ou exacerbação dos DORT.

Quanto a estas condições individuais e intrínsecas do trabalhador, Apostoli (2001) apresenta um ponto de vista interessante, ao considerar que estas, podem deixar o trabalhador numa fase, denominada pelo autor como, "pré-patológica", na qual este apresenta uma maior predisposição para o desenvolvimento dos DORT. O autor ressalta, entretanto, que o fator desencadeante para o surgimento dos DORT, seriam as condições de trabalho, não descaracterizando, portanto a relação ocupacional.

2.1.4 Desenvolvimento dos DORT: um modelo teórico

Karsh (2006) desenvolveu um modelo teórico que apresenta várias vias e mecanismos possíveis para o desenvolvimento dos DORT, através da inter-relação entre os diversos fatores de risco citados na seção anterior.

O modelo de Karsh conta com níveis variados de suporte empírico, uma vez que foi desenvolvido através da integração de sete outros modelos teóricos acerca do tema, os quais são brevemente descritos abaixo:

a) o Modelo de Armstrong et al. (1993), o qual definiu a relação entre o desenvolvimento dos DORT e quatro variáveis, a saber: exposição (exposição aos fatores de risco), dose (alterações impostas à homeostasia), capacidade (capacidade do organismo de resistir às doses) e resposta (alterações teciduais impostas pelas doses); e, sobretudo,

demonstrou a existência de um efeito cascata, no qual uma resposta de um tecido poderia gerar uma nova dose em outro tecido, a qual produziria uma nova resposta;

b) o Modelo de Hagberg et al. (1995), o qual refinou teorias prévias ao demonstrar como características do ambiente de trabalho (posturas inadequadas, supervisão, características do posto de trabalho etc.) e fatores de risco genéricos (demandas cognitivas, trabalho muscular estático, baixas temperaturas etc.) poderiam impactar na patofisiologia e desenvolvimento dos DORT;

c) o Modelo de Sauter e Swanson (1996), o qual demonstrou a relação entre os fatores psicológicos e os biomecânicos na origem dos DORT; deve-se ressaltar que este modelo é específico para o trabalho em escritórios;

d) o Modelo de Feuerstein (1996), o qual, assim como o Modelo de Sauter e Swanson, demonstrou como fatores psicológicos e biomecânicos interagem no desenvolvimento dos DORT. Entretanto, o Modelo de Feuerstein propôs um novo mecanismo através do qual a exposição aos fatores físicos e psicológicos poderia resultar nos DORT;

e) o Modelo de Carayon et al. (1999), o qual foi concebido para ilustrar mecanismos de estresse ocupacional, demonstra que o sistema de trabalho (organização do trabalho, atribuições do cargo, ambiente de trabalho e tecnologia) ocasiona respostas emocionais, fisiológicas e comportamentais de curto prazo, as quais a longo prazo seriam capazes de ocasionar os DORT. O modelo apresenta ainda a possibilidade de um circuito de retroalimentação onde uma resposta de longo prazo poderia gerar uma nova resposta de curto prazo capaz, inclusive, de alterar o sistema de trabalho;

f) o Modelo de Kumar (2001), o qual apresentou quatro diferentes teorias sobre a gênese dos DORT, as quais, segundo o autor, poderiam operar simultaneamente, embora os fatores que ocasionem os DORT seriam resultantes de qualquer uma das quatro teorias. As teorias apresentadas no modelo de Kumar são: a Teoria da Interação Multivariada (afirma que a interação de características genéticas, morfológicas e psicossociais do indivíduo com características biomecânicas da atividade de trabalho podem ocasionar alterações no sistema osteomuscular e, eventualmente dor), a Teoria da Carga Cumulativa (sugere a existência de uma margem limite para a combinação carga-repetição, sendo as lesões do sistema osteomuscular ocasionadas quando o limite de carga é excedido por meio de um processo somatório), a Teoria da Fadiga Diferenciada (considera que as atividades laborais geram cargas diferenciadas em diferentes

articulações e/ou músculos, ocasionando assim fadiga muscular a curto prazo, e lesões osteomusculares, devido a alterações cinemáticas articulares, a longo prazo) e a Teoria do Esforço Excessivo (afirma que atividades que, através da realização de força e/ou utilização de posturas inadequadas e/ou movimentos repetitivos, ultrapassem os limites de tolerância dos tecidos podem ocasionar lesões osteomusculares);

g) O Modelo do Conselho Nacional de Pesquisa e Instituto de Medicina - National Research Council and Institute of Medicine (NRC/IOM, 2001), o qual demonstrou que a interação de três fatores ocupacionais (cargas externas, fatores organizacionais e o contexto social) poderia impactar diretamente tanto nas cargas biomecânicas, quanto nas consequências (dor e incapacidade) destas. Já, no nível do indivíduo, as cargas biomecânicas, a capacidade de tolerância e as consequências, operariam em um circuito de retroalimentação, afetando uns aos outros de forma contínua.

Através da combinação destas teorias, Karsh (2006) elaborou o Modelo Integrado para o desenvolvimento dos DORT, o qual descreve diversos mecanismos e vias entre os principais construtos propostos pelas teorias previamente apresentadas como sendo capazes de influenciar na gênese dos DORT. A figura 1 representa este modelo, nesta cada uma das vias apresenta uma numeração a fim de facilitar a explicação das mesmas e/ou dos mecanismos.

No topo do modelo encontram-se os elementos do trabalho que determinam a exposição aos fatores de risco para as DORT. A via “1” indica que o contexto social e cultural da organização influencia a forma que o trabalho é organizado (NRC/IOM, 2001). Já, a via “2” demonstra que o contexto social e cultural da organização também pode ter um impacto direto sobre as exigências laborais psicológicas, devido, por exemplo, à natureza do clima de segurança, do clima político ou da cultura organizacional. As setas “3” e “4” mostram que a organização do trabalho tem um impacto direto sobre as exigências laborais físicas e psicológicas, visto que a organização do trabalho é definida como a natureza objetiva do trabalho (HAGBERG et al., 1995), consequentemente, esta irá determinar as características físicas e psicológicas do mesmo. As setas “3” e “4” indicam, ainda que o impacto do contexto social/cultural sobre as exigências laborais físicas e psicológicas é mediado pela organização do trabalho. Por sua vez, as vias “5” e “6” mostram que o ambiente de trabalho (ruído, iluminação e temperatura, por exemplo) pode, também, influenciar diretamente as exigências laborais físicas e psicológicas. Por exemplo, a iluminação pode influenciar as posturas adotadas em um escritório devido aos

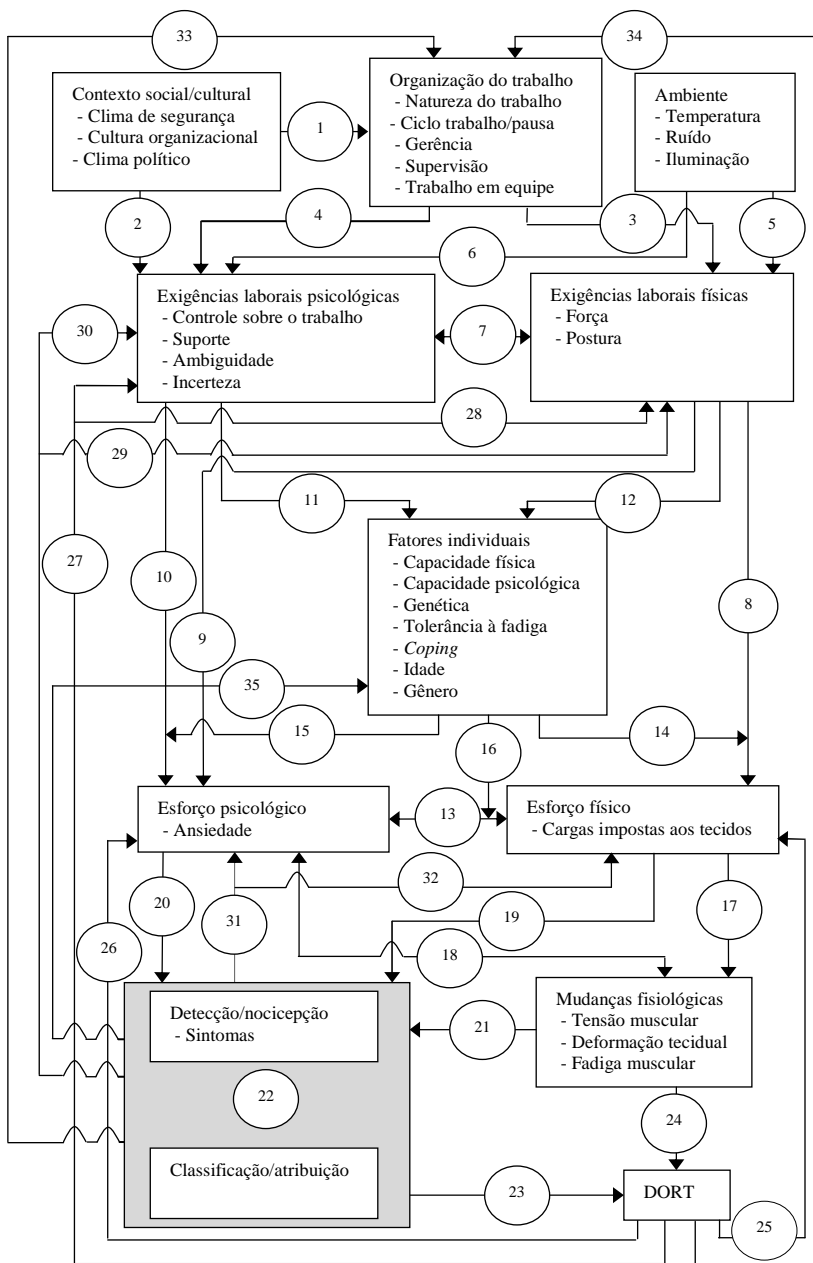


Figura 1 - Modelo Integrado para o Desenvolvimento dos DORT

Fonte: Karsh (2006)

fenômenos de brilho e ofuscamento, ou, ainda, um ambiente frio pode influenciar o quão fortemente uma ferramenta é segurada.

A via recíproca “7” entre as exigências laborais físicas e psicológicas indica que ambos os tipos de demandas podem influenciar um ao outro. Trabalhos altamente repetitivos podem influenciar a percepção do trabalhador quanto as baixas oportunidades de controle ou, por outro lado, um trabalho com um alto nível de pressão pode influenciar a duração do tempo que um trabalhador mantém uma certa postura, a fim de terminar o trabalho (por exemplo, um trabalhador de escritório que permanece em seu posto de trabalho com computador por 8 horas para terminar um trabalho). A seta “8” mostra o impacto direto das exigências laborais físicas sobre o esforço físico. O mecanismo pelo qual as exigências laborais físicas impactam no esforço físico e subsequentemente em alterações fisiológicas e no desenvolvimento dos DORT pode ser por esforço excessivo, pela carga acumulada, pela fadiga diferencial (KUMAR, 2001) ou por mudanças na forma de trabalho (FEUERSTEIN, 1996). As exigências laborais físicas podem claramente levar ao esforço físico, impondo cargas aos tecidos corporais, mas também pode levar a esforços psicológicos (via “9”) na medida em que as exigências físicas são psicologicamente estressantes. O caminho “10” mostra que as exigências laborais psicológicas podem influenciar no esforço psicológico. As demandas psicológicas podem ter um impacto direto sobre o esforço psicológico se as demandas psicológicas causam estresse ou ansiedade. O efeito direto das exigências laborais psicológicas sobre o esforço psicológico e as respostas subsequentes podem ser através de mudanças na forma de se trabalhar (FEUERSTEIN, 1996), aumento da tensão muscular (WESTGAARD, 1996) ou estresse psicológico (CARAYON; SMITH, 2000).

As vias “11” e “12” demonstram que as exigências laborais físicas e psicológicas podem impactar diretamente o indivíduo através de mecanismos de adaptação, melhorando, por exemplo, a capacidade física ou psicológica (ARMSTRONG et al., 1993). O caminho recíproco “13” mostra que os esforços físicos e psicológicos podem afetar um ao outro. O esforço psicológico pode afetar o esforço físico pelo aumento da tensão muscular, enquanto o esforço físico pode influenciar o esforço psicológico se o esforço físico gera estresse psicológico.

Características individuais, tais como as capacidades físicas e psicológicas, a tolerância à fadiga e o *coping*² podem moderar muitas das relações (SAUTER; SWANSON, 1996; NRC/IOM 2001). A capacidade física, por exemplo, pode moderar a relação entre as exigências laborais físicas e o esforço físico (“14”) e mecanismos de *coping* podem moderar a relação entre as exigências laborais psicológicas e o esforço psicológico (“15”). A tolerância à fadiga e as capacidades físicas e psicológicas podem também influenciar na medida em que os esforços físicos e psicológicos afetam uns aos outros (“16”). O esforço físico e psicológico pode criar respostas fisiológicas, o que por sua vez, podem agir como novas doses para outras respostas físicas e psicológicas (“17”, “18”).

O indivíduo, a organização do trabalho, o esforço físico e psicológico e as respostas fisiológicas associadas podem impactar na detecção, classificação e atribuição de sintomas (19, 20, 21, 35) através de mecanismos relacionados com o aumento da sensibilidade ou através de afeto negativo³ (SAUTER; SWANSON, 1996). Quando os sintomas são percebidos, o indivíduo deve classificar o sintoma e atribuí-lo a alguma coisa (“22”) e, eventualmente, os sintomas podem levar a um diagnóstico de um DORT (“23”). No entanto, mesmo sem sintomas, um DORT pode estar presente, o que é indicado pela via “24”. As vias “25”, “26”, “27” e “28” mostram que a existência de um DORT pode afetar o esforço físico e psicológico e/ou as exigências laborais porque um DORT pode levar uma pessoa a modificar a forma como trabalha (exigências físicas e/ou psicológicas) ou aumentar o estresse psicológico (demandas laborais psicológicas, esforços psicológicos). Da mesma forma, a mera presença de sintomas também pode levar uma pessoa a modificar a forma como trabalha e contribuir para o estresse (“29”, “30”, “31”, “32”). Finalmente, a detecção dos sintomas, “33”, ou a presença de uma DORT, “34”, pode levar à reformulação do trabalho, impactando a organização do trabalho (SAUTER; SWANSON, 1996; CARAYON; SMITH; HAIMS, 1999).

² Palavra inglesa sem tradução literal em português, podendo significar "lidar com", "manejar", "enfrentar" ou "adaptar-se a".

³ Afeto negativo refere-se a um estado de distração e engajamento desprazível transitório, que inclui emoções desagradáveis como ansiedade, depressão, agitação, aborrecimento, pessimismo e outros sintomas psicológicos aflitivos e angustiantes.

2.1.5 Fisiopatologia dos DORT

Após o entendimento que os DORT possuem origem multifatorial complexa, torna-se necessário identificar e entender os mecanismos fisiopatológicos das mesmas. Portanto, a seguir, serão apresentados os conhecimentos referentes à fisiopatologia dos DORT nos tecidos tendinosos, musculares e nervosos, uma vez que estes estão entre as estruturas mais acometidas pelos DORT.

2.1.5.1 Distúrbios tendinosos

De acordo com Ranney (2000), os distúrbios dos tendões e da bainha circundante dos mesmos podem ser resultado da permanente deformação, do comprometimento da nutrição e da laceração do tendão resultante de atrito e desgaste.

Assunção e Almeida (2005) afirmam que quando submetido a uma força de tração, o tendão se deforma. A deformação resultante é a relação entre o comprimento final do tendão após a aplicação da carga, menos o comprimento antes da aplicação da carga. De uma maneira geral, se a pressão aplicada provoca uma deformação inferior a 3%, dita elástica, esta é reversível, ou seja, quando suprimida a pressão, a deformação residual é nula. Se a deformação residual é superior a 3%, uma deformação residual subsiste, devido à ruptura de fibras de colágeno. Os autores afirmam, ainda que além da pressão a deformação do tecido tendinoso está relacionada à duração da aplicação da pressão e, ainda, com um tempo de recuperação insuficiente.

Quanto ao comprometimento da nutrição, certos tendões (supra e infra-espinhoso, bíceps etc.) apresentam partes vascularizadas e não-vascularizadas, sendo a nutrição destes últimos realizada através da difusão do líquido sinovial presente nas bainhas sinoviais. Nestes tendões a isquemia aparece durante a compressão, em déficit de nutrição, os tendões sofrem modificações histológicas, localizadas, sobretudo nas áreas não vascularizadas, com sinais de degeneração, como, por exemplo, células mortas, depósitos de cálcio e microrrupturas das fibras colagenosas (ASSUNÇÃO; ALMEIDA, 2005).

Armstrong et al. (1993) relata ainda que a associação da isquemia do tendão e fricção contra os tecidos circundantes pode produzir uma reação inflamatória, aumentando assim a pressão local. Este aumento de pressão sobre os tecidos vizinhos pode acabar contribuindo para que a isquemia se torne ainda maior, mantendo o processo inflamatório e, facilitando, assim, a laceração do tendão.

2.1.5.2 Distúrbios musculares

Segundo Ranney (2000) e Sjogard e Jensen apud Assunção e Almeida (2005), existe uma série de mecanismos fisiológicos propostos para os distúrbios musculares, incluindo a forma que as fibras musculares são recrutadas, o controle motor, a pressão intramuscular durante a contração e as alterações metabólicas e circulatórias locais.

A quantidade de força gerada por um determinado músculo depende do número de fibras musculares ativadas; este recrutamento de fibras, ou mais propriamente de unidades motoras, ocorre sempre na mesma ordem, da menor para a maior. Ao se realizar forças de baixa intensidade, as pequenas unidades motoras compostas de pequenas fibras (apelidadas de unidades motoras "Cinderela") serão sempre recrutadas, desta forma, a longo prazo, as contrações de baixa intensidade, significarão que as pequenas fibras musculares estarão continuamente ativas, fenômeno denominado de carga estática. Embora o músculo, como um todo, não seja sobrecarregado, as unidades motoras "Cinderela" podem se tornar fadigadas e, desta forma serem danificadas (RANNEY, 2000).

Hagberg et al. (1995), relata, ainda, que em situações onde a contração estática é utilizada durante longos períodos ou com uma intensidade significativa, ocorre uma reprogramação motora, onde somente fibras do tipo 1 (utilizadas nas contrações estáticas) passariam a ser utilizadas, com conseqüente redução no uso de fibras do tipo 2, mesmo em situações de contrações dinâmicas.

Quanto à pressão intramuscular, de acordo com Ranney (2000), ao se contrair um músculo, ocorre uma elevação da pressão hidrostática intramuscular, devido ao aumento no conteúdo hídrico muscular. Sob grandes intensidades dinâmicas de trabalho o volume muscular pode aumentar em 10% a 20% no decorrer de alguns minutos, o fluido

também se acumula nos músculos durante as contrações estáticas prolongadas em 5% a 10%; em outras palavras o músculo torna-se edemaciado (inchado). Para músculos situados em compartimentos musculares fechados, com baixa complacência, como, por exemplo, o supra-espinhoso e o infra-espinhoso, um aumento no conteúdo do fluido pode ocasionar um aumento de pressão intramuscular com consequente risco de desenvolvimento de síndrome compartimental⁴. O autor afirma ainda que quando a pressão intramuscular se eleva durante uma contração, o aporte sanguíneo local é afetado, causando desta forma deficiências na liberação de substratos para os músculos e, ainda, na remoção dos metabólitos. O suprimento sanguíneo insuficiente e as alterações no equilíbrio químico muscular são causas significantes da incapacidade do músculo.

Ainda quanto ao fluxo sanguíneo, Assunção e Almeida (2005) e Ranney (2000) afirmam que diminuição deste para os capilares, devido ao aumento da pressão intramuscular, pode causar uma diminuição da microcirculação, resultando em aumento da permeabilidade vascular e acúmulo de radicais livres. Os radicais livres são tóxicos e especialmente prejudiciais às membranas celulares, e, ao mesmo tempo, podem formar ácido araquidônico e prostaglandinas, duas substâncias que podem estimular os nociceptores, causando assim a sensação dolorosa no músculo.

Finalmente, Assunção e Almeida (2005) sugerem que as alterações metabólicas decorrentes do consumo de reservas de energia (glicogênio), associadas ao acúmulo de metabólitos, das concentrações de potássio extra, e de cálcio, intracelulares, seriam capazes tanto de disparar os nociceptores, quanto de lesionar os músculos envolvidos.

2.1.5.3 Distúrbios nervosos

O tecido nervoso pode ser lesado por compressão mecânica, aumento da pressão extraneural e por vibração (ASSUNÇÃO; ALMEIDA, 2005; RANNEY, 2000; BUCKLE; DEVEREUX, 2002).

Assunção e Almeida (2005) ao comentarem sobre o efeito das compressões mecânicas diretas advindas de fontes externas no tecido

⁴ Síndrome compartimental se refere ao aumento de pressão num espaço anatômico restrito com queda da perfusão sanguínea dos músculos e órgãos nele contido. É caracterizada por parestesia, dor contínua, edema e enrijecimento da região acometida.

nervoso, destacam que, estas podem ocasionar alterações estruturais do tecido nervoso, como o aumento da densidade do epineuro e, geralmente, proliferação dos outros envelopes conjuntivos dos nervos (endoneuro e perineuro), tal proliferação provoca então um bloqueio, ao menos parcial, da microcirculação sanguínea nos vasos do tecido conjuntivo-vascular do nervo, o que pode ocasionar efeitos isquêmicos e, assim, desencadear perturbações importantes dos potenciais de ação nas fibras nervosas, comprometendo a condução nervosa.

Quanto ao aumento da pressão extraneural, Buckle e Devereux (2002) relatam que pressões elevadas ao redor dos nervos podem inibir o fluxo microvascular intraneural, o transporte axonal, a função dos nervos e provocar edema endoneural, o que ocasiona aumento da pressão intrafascicular e deslocamento de mielina. Efeitos sobre a função e estrutura dos nervos podem ocorrer dentro de minutos, como resultado da pressão extraneural, e os efeitos no fluxo sanguíneo intraneural são observáveis horas após a redução da pressão extraneural sustentada por 2 horas. Efeitos agudos são geralmente seguidos por uma recuperação rápida, mas a pressão prolongada ou muito elevada pode resultar em efeitos irreversíveis no tecido nervoso.

Já, a exposição à vibração (normalmente pelo uso de ferramentas) pode levar a lesões permanentes do nervo, embora o processo fisiopatológico associado a uma neuropatia induzida pela vibração não esteja totalmente compreendido. Modelos animais e experiências com biópsias humanas demonstraram que a vibração ocasiona edema intraneural, mudanças estruturais nas fibras nervosas mielínicas e amielínicas, bem como alterações funcionais de ambas as fibras nervosas e células não-neuronais no sistema nervoso periférico (BUCKLE; DEVEREUX, 2002).

2.1.6 Incidência e prevalência dos DORT

Van Tulder, Koes e Bombardier (2002) explicam alguns conceitos epidemiológicos importantes para expressar a ocorrência dos DORT:

a) Incidência: é a proporção da população em questão que experiencia uma determinada patologia pela primeira vez em um período de tempo particular;

- b) Prevalência de ponto: é a proporção da população em questão que experienciava uma determinada patologia em um momento específico;
- c) Prevalência de período: é a proporção da população em questão que experienciava uma determinada patologia durante um período de tempo específico;
- d) Prevalência de vida: é a proporção da população em questão que experienciava uma determinada patologia em qualquer momento de sua vida.

Segundo Verhagen et al. (2009), nos Estados Unidos da América, os DORT respondem por entre 56% e 65% de todas as doenças ocupacionais. No geral, a prevalência estimada dessas patologias é de aproximadamente 30% e a incidência, de acordo com os autores, está aumentando rapidamente.

Buckle e Devereux (2002) relatam que, em uma pesquisa, realizada em 1997, sobre as condições de trabalho na União Européia foi estimado que 17% dos trabalhadores dos 15 Estados membros da União Européia sentiam dores musculares nos braços ou pernas que os mesmos acreditavam ser ocasionadas pelo trabalho. Os autores afirmam ainda, que há indícios de que o número de casos estaria aumentando.

No Brasil, Mussi e Gouveia (2008) relatam que, de acordo com dados do Ministério da Previdência Social, as DORT representaram 52,8% das doenças ocupacionais registradas em 2001, 55,3% em 2002 e 50,1% em 2003. Embora espantoso, este número corre o risco de não representar a realidade dos DORT no Brasil, uma vez que a subnotificação no registro do número de acidentes do trabalho e de doenças profissionais é um problema reconhecido no país, fazendo com que os levantamentos estatísticos oficiais não retratem o quadro real de como adoecem os trabalhadores no Brasil (CHIAVEGATO FILHO, PEREIRA JR., 2004).

Por sua vez, Huisstede et al. (2006), em estudo de revisão sistemática cujo objetivo foi identificar as taxas de incidência e prevalência dos DORT ao redor do mundo, encontrou uma prevalência de ponto que variou entre 1,6% e 53% e uma prevalência de período de 12 meses que variou entre 2,3% e 41%, sendo que 13 artigos foram avaliados (6 norte-americanos, 2 canadenses, 1 holandês, 1 sueco, 1 britânico e 1 australiano). Quanto à incidência, não foram encontrados estudos acerca da incidência dos DORT. Os autores destacam, ainda, que existem diferenças substanciais nas taxas de prevalência de DORT relatadas na literatura científica, sendo a principal causa destas

diferenças a falta de uma forma de classificação ou definição dos DORT mundialmente aceita.

2.1.7 O custo dos DORT

Nunes (2009) relata que, de acordo com dados dos países nórdicos e dos países baixos os custos relacionados aos DORT estariam estimados entre 0,5 e 2% do produto interno bruto (PIB).

Nos Estados Unidos da América, por sua vez, os custos dos DORT medidos através de custos previdenciários, perdas salariais e perdas de produtividade, estaria estimado entre 45 e 54 bilhões de dólares anuais (NRC/IOM, 2001).

A estimativa do impacto financeiro dos DORT no Brasil é de difícil avaliação, uma vez que não dispomos de um banco de dados epidemiológicos que cubra a totalidade dos trabalhadores, sem contar a subnotificação no registro do número de acidentes do trabalho e de doenças profissionais (CHIAVEGATO FILHO, PEREIRA JR., 2004).

2.2 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO - AET

O termo ergonomia é derivado das palavras gregas *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras) e designa o estudo da adaptação do trabalho às características do ser humano, a fim de lhe proporcionar um máximo de conforto e segurança, associado ao bom desempenho de suas atividades laborais (FALZON, 2007).

Centrada na temática do trabalho, a ergonomia é diferenciada de outras áreas pelo seu caráter interdisciplinar e pela sua natureza aplicada (WEERDMEESTER, 1995). Ao comentar o caráter interdisciplinar da ergonomia, Wisner (2004) afirma que, apesar de ser reconhecida como uma disciplina autônoma, a ergonomia precisa se alimentar dos conhecimentos de outras disciplinas (antropometria, biomecânica, fisiologia, psicologia, desenho industrial, informática etc.) em um espírito interdisciplinar. Para Leplat e Montmollin (2007), o fato de a ergonomia ser uma disciplina jovem, de história recente, explica esta necessidade de apropriação dos conhecimentos de disciplinas mais antigas. O caráter aplicado, por sua vez, está ligado ao objetivo da

ergonomia, objetivo esse que, segundo Guérin et al. (2001), é a transformação do trabalho, no sentido de este não afetar negativamente a saúde dos trabalhadores, aos quais, tanto no plano individual como no coletivo, deve se possibilitar o desempenho de suas funções de forma que valorize suas capacidades, ao mesmo tempo em que são alcançados os objetivos econômicos estabelecidos pela empresa, em função de investimentos realizados ou a realizar.

Segundo Baú (2002) e Couto (1995), para que esta transformação seja eficiente, é necessário que uma avaliação criteriosa da situação de trabalho seja realizada, não se atendo somente ao equipamento ou a operação executada, mas analisando todo o processo desde a organização do trabalho, até o perfil do trabalhador assim como o equipamento e o modo operatório executado pelo trabalhador. Desta forma, a ergonomia propõe uma abordagem metodológica estruturada em várias etapas que se encadeiam com o objetivo de compreender o trabalho para transformá-lo, a Análise Ergonômica do Trabalho (ABRAHÃO et al., 2009).

Bolis (2011) relata que a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) é uma metodologia tipicamente utilizada na análise de uma ou mais atividades com o fim de investigar a situação de trabalho e propor modificações de acordo com os princípios da ergonomia.

De acordo com Machado (2005), a utilização da AET viabiliza a compreensão das situações de trabalho, tendo como pressuposto básico a diferenciação entre trabalho prescrito (comumente denominado de tarefa), que é o trabalho conforme definido pela organização, e o trabalho real (comumente denominado de atividade), que é o trabalho realizado pelo trabalhador, a fim de atingir os objetivos prescritos pela tarefa.

Neste sentido, Oliveira (2005) afirma que a AET, entre outras coisas, é centrada no estudo da atividade executada pelo trabalhador e nas dificuldades que ele encontra para não se afastar do prescrito. O autor afirma, ainda que, a impossibilidade de modificações do prescrito, aliada ao não atendimento das informações provenientes do estado interno (físico e mental) do trabalhador, tendem a provocar uma situação na qual a atividade acaba acontecendo à custa do estado interno, ou seja, à custa do adoecimento do trabalhador.

Guérin et al. (2001) ao discorrerem sobre o papel da AET na avaliação das causas do adoecimento dos trabalhadores, afirma que para estudar as consequências das atividades sobre a saúde dos trabalhadores

não é possível simplesmente observar os fatores de risco, mas sim ter conhecimento do papel ativo dos trabalhadores na construção dos modos operatórios que estes utilizam para conseguir alcançar os objetivos e metas impostas pela organização. Desta forma, os autores expõem mais um dos conceitos fundamentais da AET, o de colaboração entre os trabalhadores e o ergonomista que analisa a situação de trabalho, pois somente através da participação dos trabalhadores no processo de análise é possível compreender determinadas informações não mensuráveis ou observáveis referentes aos modos operatórios que os trabalhadores empregam em resposta às dificuldades, para não se afastar do prescrito. Segundo Daniellou (2005), é este conhecimento que permite tomar as medidas mais eficazes para melhorar, ou pelo menos, amenizar as situações de trabalho.

Outra característica da AET é que esta é centrada na análise das atividades dos operadores em situações reais de trabalho, através de estudos de campo e observações sistemáticas (ABRAHÃO et al., 2009). Para Montmollin (1982), o fato de a análise ser realizada no próprio local de trabalho, permite a compreensão de fatores que caracterizam a real situação de trabalho, como a organização do trabalho e as relações sociais, aspectos estes que não podem ser avaliados através de análises realizadas em laboratórios.

A realização da AET deve ser dividida em cinco fases, as quais devem ser cronologicamente abordadas (figura 2), de forma a garantir uma coerência metodológica, são elas: análise da demanda, análise da tarefa, análise da atividade, diagnóstico ergonômico e caderno de recomendações ergonômicas (FIALHO; SANTOS, 1997).

2.2.1 Análise da demanda

Segundo Guérin et al. (2001) a AET decorre de uma demanda, a qual pode ser formulada pela empresa, pelos trabalhadores, pelos sindicatos ou ainda por instituições públicas legais. Entretanto, muitas vezes, a formulação inicial da demanda é apresentada em termos de problemas a serem resolvidos, isolados do contexto, podendo, inclusive, apresentar objetivos contraditórios, sendo necessário, portanto, um trabalho de análise e reformulação da demanda apresentada inicialmente. Deste modo, a análise da demanda permite reformular, hierarquizar e articular os diferentes problemas apresentados na

demanda entre si e, algumas vezes, até mesmo evidenciar novos problemas (ABRAHÃO et al., 2009; GUÉRIN et al., 2001).

Para tanto, o ergonomista não deve ficar passivo perante a demanda que lhe é dirigida, este deve buscar informações acerca não só dos problemas, mas, também do contexto sociotécnico da empresa junto à direção, aos diversos departamentos que possam estar envolvidos na demanda e aos trabalhadores. Tais dados podem ser obtidos através da realização de entrevistas, da análise de documentos e a partir da utilização de instrumentos complementares como questionários e *checklists* (ABRAHÃO et al., 2009; GUÉRIN et al., 2001).

A conclusão desta fase permite a delimitação das situações a serem analisadas e a introdução de hipóteses gerais que nortearão a AET (ABRAHÃO et al., 2009).

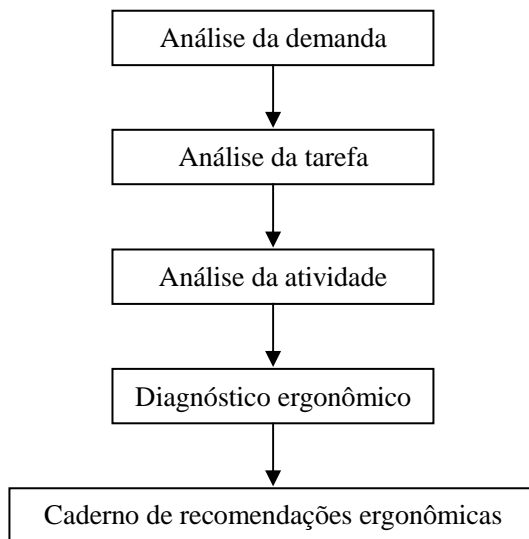


Figura 2: Fases da Análise Ergonômica do Trabalho

2.2.2 Análise da tarefa

Segundo Bolis (2011), o objetivo desta fase é o levantamento de dados sobre os determinantes e as exigências prescritas pela empresa, os quais contribuem no condicionamento da execução do trabalho, tendo assim impacto formal na situação-problema.

Desta forma, a análise da tarefa deve ser realizada em dois níveis: descrição dos componentes do sistema homem-tarefa e a descrição dinâmica do sistema homem-tarefa. O primeiro nível tem por objetivo a aquisição de um conhecimento aprofundado do conjunto de objetivos a serem atingidos (normas de qualidade e quantidade) e dos meios e condições fornecidos para a execução da tarefa (matéria-prima, máquinas e equipamentos, composição da equipe de trabalho, ambiente físico, ritmo e cadência de produção etc.). Enquanto o segundo nível tem por objetivo descrever o desenvolvimento dinâmico da tarefa a ser analisada (a prescrição das condutas e dos métodos de trabalho) dentro de uma perspectiva lógico/temporal (IIDA, 2005; RODRIGUES, 2003).

Podem ser utilizar vários procedimentos para recolher informações sobre a tarefa, os quais podem ser utilizados de forma simultânea ou consecutiva, em função do tipo de posto a ser analisado, do tempo disponível e, também, da experiência pessoal do analista. Os seguintes procedimentos são os mais comumente utilizados: a realização de entrevistas, a análise de documentos, a observação, a utilização de instrumentos complementares como questionários e *checklists* e a mensuração de medidas ambientais (RODRIGUES, 2003).

2.2.3 Análise da atividade

O objetivo desta fase é a análise das atividades desenvolvidas pelos trabalhadores, face às condições e aos meios que lhe são colocados à disposição. Trata-se da análise dos comportamentos de trabalho: posturas, ações, gestos, comunicação, direção do olhar, movimentos, verbalizações, raciocínios, estratégias, resolução de problemas, modos operativos, enfim, tudo que pode ser observado ou inferido das condutas dos trabalhadores (FIALHO; SANTOS, 1997).

Inicialmente, as observações nesta fase devem ser globais e abertas sobre todas as atividades das situações escolhidas, para coletar dados mais gerais. Através destas observações globais são formuladas hipóteses de segundo nível. Estas hipóteses, então, devem ser investigadas através de planos de observação mais estruturados e orientados. Uma vez levantados os dados, estes são tratados e validados para assegurar sua confiabilidade. Desta forma, as hipóteses podem ser confirmadas, ou não, assim como novos dados estruturados podem levar a novas hipóteses (BOLIS, 2011).

2.2.4 Diagnóstico ergonômico

Nesta fase todos os dados coletados durante a AET são reagrupados, confrontados, sintetizados e interpretados a fim de descrever a situação-problema em termos de gênese e processo (BOLIS, 2011; FIALHO; SANTOS, 1997).

2.2.5 Caderno de recomendações ergonômicas

A partir do diagnóstico estabelecido sobre as disfunções das situações de trabalho avaliadas, deve-se redigir um documento, o qual deve apresentar de forma condensada um conjunto de recomendações e propostas que visem aumentar o bem-estar para os trabalhadores e melhorar a qualidade, eficácia e produtividade da empresa (BOLIS, 2011; FIALHO e SANTOS, 1997; VIDAL, 2002).

2.3 ERGONOMIA PARTICIPATIVA

O termo ergonomia participativa (EP) foi cunhado por Noro e Imada em 1984 e rapidamente tornou-se tópico de diversos artigos e encontros de pesquisadores, assumindo um papel de relevância na ergonomia, como pôde ser comprovado no Congresso da Associação Internacional de Ergonomia (IEA) realizado em Paris em 1991, no qual

uma sessão de mesa redonda foi inteiramente dedicada ao tema (TAPPIN, 2008). Wilson (1991) afirma que, a antipatia que muitos ergonomistas nutrem pelo Taylorismo proporcionaria uma explicação para a atração destes profissionais por conceitos participativos.

Explicações variadas foram dadas para a emergência da EP. De um lado, Imada (1991) explica que a EP tem origem no surgimento da macroergonomia, a qual é descrita como sendo a terceira geração da ergonomia. Por outro lado, Haines e Wilson (1998) e de Jong (2001) oferecem uma visão mais global ao proporem que o surgimento da EP esteve relacionado com as mudanças graduais que ocorreram, em décadas recentes, nas práticas gerenciais, as quais se distanciaram de estilos tradicionais de gerenciamento para adotar práticas que envolvessem conceitos de participação dos trabalhadores.

Quanto à definição da EP, Wilson (1995) a define como o envolvimento das pessoas no planejamento e controle de uma parte significativa de suas atividades laborais, com conhecimento e poder suficientes para influenciar tanto os processos quanto os resultados a fim de atingir os objetivos desejados. Uma pequena modificação desta definição é oferecida por Haines (2003 apud TAPPIN, 2008) ao definir a EP como sendo os vários processos que permitem que os usuários finais (os beneficiários da ergonomia) tenham os conhecimentos e o poder necessários para realizar uma contribuição significativa para a ação ergonômica em suas organizações.

Tanto as definições acima expostas, quanto a afirmação de Brown (1991) que, mais do que ouvir idéias para formular melhorias, a prática da EP envolve desenvolver a capacidade dos trabalhadores para participar na mudança do seu trabalho, demonstram que a EP propõe o compartilhamento de informações, conhecimento e tomada de decisão dentro das organizações.

Ao argumentar em favor da necessidade de se envolver os trabalhadores no desenvolvimento da ação ergonômica Imada (1991) aponta três aspectos essenciais:

- 1) Uma vez que a ergonomia é uma ciência intuitiva, que em muitos casos simplesmente organiza o conhecimento dos trabalhadores, ela deve valorizar a experiência acumulada pelos trabalhadores;
- 2) As pessoas tendem a apoiar e adotar soluções pelas quais elas se sentem responsáveis, minimizando a possibilidade de que as mudanças implantadas venham a ser rejeitadas;

3) Desenvolver e implementar a ação ergonômica capacita os trabalhadores a intervir positivamente no caso de futuros problemas dentro da dinâmica de sua realidade.

De acordo com Hendrick (2008), outra vantagem da participação dos trabalhadores é a sua conscientização quanto a questões relacionadas à ergonomia e à segurança, permitindo a introdução de uma cultura permanente de segurança na organização.

Ainda, segundo Taveira Filho (1993), a partir do momento em que defende um papel de destaque para a participação dos trabalhadores nas ações ergonômicas, a EP se opõe à exclusividade do ergonomista profissional e legitima a prática do ergonomista “amador” ou “não profissional”, fato este relevante segundo o autor, uma vez que é impraticável para um único ergonomista lidar com todas as situações específicas existentes em toda uma organização.

Tappin (2008) reconhece que, assim como a EP oferece diversas vantagens, muitas dificuldades potenciais relacionadas à abordagem participativa já foram mencionadas na literatura científica. O autor cita os seguintes exemplos: resistência a participação, falta de vontade ou de motivação para participar, maior necessidade de tempo e recursos, manter os níveis de participação, extrair informações úteis dos participantes e a criação de expectativas irreais junto aos trabalhadores. Wilson (1995) afirma, ainda, que a aplicação da EP em questões organizacionais pode ser mais difícil não só de implementar, mas também de apresentar sucesso, do que em questões físicas.

Além das dificuldades acima descritas, Haines et al. (2002) afirmam que o fato de a EP poder operar em vários níveis organizacionais e de envolver diversas abordagens torna um desafio o estudo dos programas de EP descritos na literatura, uma vez que em sua maioria estes são apresentados de forma incompleta, não descrevendo em detalhes o tipo de participação estabelecida, o que dificulta a transferência destes programas para outras organizações/situações. Em resposta a esta dificuldade, os autores desenvolveram um modelo teórico para a orientação e avaliação de projetos de EP. O Modelo de Ergonomia Participativa (PEF - *Participatory Ergonomics Framework*) descreve nove dimensões diferentes que podem variar entre as diferentes iniciativas de EP. Cada uma destas dimensões apresenta duas ou mais categorias associadas, as quais fornecem uma definição precisa da iniciativa.

Cada uma das dimensões do PEF será apresentada, conforme descritas por Haines et al. (2006), nos parágrafos a seguir.

A primeira dimensão, duração da iniciativa, leva em consideração a permanência do programa de EP na organização. De acordo com os autores, os mecanismos da EP podem funcionar de forma temporária e podem ocorrer fora das estruturas normais da organização. Alternativamente, mecanismos contínuos de EP podem ser desenvolvidos, os quais podem ser integrados à estrutura normal da organização.

A segunda dimensão, participação, avalia se os trabalhadores participam de forma direta ou indireta (via representantes) no programa de EP. Participação direta significa que cada trabalhador participa diretamente nas decisões referentes ao seu trabalho. A participação representativa, por sua vez, significa que alguns trabalhadores são selecionados para representar a opinião de um número maior de trabalhadores. Já, na participação delegada os trabalhadores selecionados não representam ativamente a opinião dos outros trabalhadores, mas representam um subconjunto típico do grupo de trabalhadores. Vink, Koningsveld e Molenbroek (2006) afirmam que a participação representativa não leva a um grau elevado de participação. Tappin (2008) afirma, contudo, que a utilização da participação direta não é sempre possível (ex: grandes populações de trabalhadores, múltiplos locais de intervenção etc.), ou pode não ser desejado (ex: a participação de trabalhadores pode alterar seus vencimentos ou aumentar seu tempo de permanência no trabalho). Diversos dos estudos encontrados na literatura científica acerca da EP utilizam grupos de representantes dos trabalhadores e da direção.

A terceira dimensão, nível de influência, considera o nível organizacional onde ocorre o programa de EP. Segundo os autores, existem mecanismos da EP que atuam no nível de grupos de trabalhadores, de departamentos, de uma organização por inteiro e até em grupos de organizações.

A quarta dimensão, tomada de decisões, responde a seguinte pergunta: quem tem o poder de tomar decisões? Esta é uma consideração importante, uma vez que, apesar de os participantes serem consultados sobre suas opiniões, em muitos programas de EP o poder de tomar decisões permanece com outra pessoa e não com os participantes. Para esclarecer este ponto, o PEF apresenta três possibilidades: os trabalhadores podem realizar ações sem a necessidade de se reportar à direção; os trabalhadores são encorajados a apresentar suas opiniões, mas a direção retém o direito de realizar ou não as ações apresentadas;

um trabalhador é encorajado a apresentar suas opiniões, mas a direção retém o direito de realizar ou não as ações apresentadas.

A quinta dimensão, participantes, avalia os grupos de participantes envolvidos no programa de EP, sendo auto-explicativa.

A sexta dimensão, convocação, leva em consideração se a participação no programa de EP é obrigatória ou voluntária.

A sétima dimensão, foco, identifica os tópicos levados em consideração pelo programa de EP, e é auto-explicativa.

A oitava dimensão, responsabilidades, descreve as atividades pelas quais os participantes do programa de EP são responsáveis, e, por conseguinte, a extensão do seu envolvimento no processo de ação ergonômica. Envolvimento na identificação de problemas, no desenvolvimento de soluções e na implementação da mudança significa que os participantes fazem parte do processo de mudança. Participação na estruturação do processo significa que os participantes estão envolvidos na construção/estruturação do programa de EP. Participação no monitoramento do processo significa que os participantes estão envolvidos na monitoração do progresso do programa de EP.

A dimensão final, papel do ergonômista, descreve a natureza do envolvimento do ergonômista no programa de EP. Diversos programas de EP envolvem a presença de um ergonômista, entretanto o papel assumido por este profissional pode ser diferente em cada programa, assim como seu papel pode se modificar com a evolução do programa. O nível mais apropriado de envolvimento dos ergonômistas tem sido um tópico de debate na literatura científica. Devereaux, Buckle e Haisman (1998) afirmam que a participação de um ergonômista é necessária em todos os estágios do processo de EP. Halse et al. (1997) corroboram com tal pensamento ao mencionar as dificuldades encontradas por trabalhadores que se encontram em funções de baixa qualificação e com pouco controle sobre seu trabalho de participar em decisões relacionadas à mudanças no seu próprio trabalho. Já Haims e Carayon (1998) advogam que, pensando em uma duração contínua do programa, a evolução do papel do ergonômista em conjunto com a evolução do programa de EP é o que faz com que este tenha sucesso à longo prazo, assim sendo, inicialmente, o ergonômista deve ter um papel ativo na condução do programa e, com o passar do tempo e com a capacitação dos participantes o ergonômista deve se distanciar progressivamente da condução do programa.

Além de permitir a avaliação e/ou comparação de diferentes intervenções de EP, o PEF pode ainda atuar no processo de planejamento de um programa de EP. Assim, os autores, sugerem que as várias dimensões e categorias do PEF sejam utilizadas durante as discussões realizadas na fase de planejamento de um programa de EP, a fim de definir questões como o foco da intervenção, as responsabilidades dos participantes, o papel do ergonomista etc. antes do começo do programa. Estas considerações devem assegurar que a mesma atenção seja dada tanto para o processo quanto para o conteúdo da intervenção (HAINES et al., 2002).

O quadro 2 sintetiza as dimensões, categorias e critérios propostos pelo PEF.

Dimensão	Categorias	Crítérios
Duração	Contínua	Mecanismos da EP são integrados a estrutura da organização.
	Temporária	Mecanismos da EP funcionam em uma base temporária.
Participação	Direta	Cada trabalhador participa diretamente nas decisões sobre o seu trabalho.
	Representativa	Trabalhadores que representam a opinião do grupo são selecionados para participar.
	Delegada	Trabalhadores que não representam ativamente a opinião dos outros, mas que representam um subconjunto típico do grupo de trabalhadores, são escolhidos para participar.
Nível de influência	Grupo de organizações	O processo de EP ocorre em duas ou mais organizações pertencentes a um mesmo grupo (ex: empresas têxteis de Santa Catarina).
	Organização inteira	O processo de EP ocorre em uma única organização.
	Departamento	O processo de EP ocorre em um departamento de uma única organização.
	Grupo de trabalhadores	O processo de EP ocorre em um grupo de trabalhadores de uma única organização (ex: uma célula produtiva).

Quadro 2 - Dimensões e categorias do PEF (continua)

Fonte: Haines et al. (2002).

Dimensão	Categorias	Crítérios
Tomada de decisão	Delegada ao grupo	É dada aos trabalhadores a responsabilidade de realizar ações sem a necessidade de se reportar à direção.
	Consulta ao grupo	Os trabalhadores são encorajados a apresentar suas opiniões, mas a direção retém o direito de realizar ou não as ações apresentadas.
	Consulta individual	Um trabalhador é encorajado a apresentar suas opiniões, mas a direção retém o direito de realizar ou não as ações apresentadas.
Participantes	Operadores	Operadores envolvidos no processo de EP.
	Supervisores	Supervisores envolvidos no processo de EP.
	Diretores	Diretores envolvidos no processo de EP.
	Especialistas internos	Especialistas da organização (ex: médicos, técnicos de segurança etc.) envolvidos no processo de EP.
	Representantes do sindicato	Representantes do sindicato envolvidos no processo de EP.
	Especialistas externos	Especialistas não pertencentes à organização (ex: ergonomista) envolvidos no processo de EP.
	Fornecedores/clientes	Fornecedores e/ou clientes envolvidos no processo de EP.
	Representantes de associações	Representantes de associações (ex: representantes da ABIT) envolvidos no processo de EP.

Quadro 2 - Dimensões e categorias do PEF (continuação)

Fonte: Haines et al. (2002).

Dimensão	Categorias	Crítérios
Convocação	Obrigatória	A participação no programa de EP é mandatória para os trabalhadores.
	Voluntária	A participação no programa de EP é voluntária para os trabalhadores.
Foco	Ferramentas e equipamentos	Envolve mudanças físicas nos postos de trabalho e/ou ferramentas/equipamentos.
	Processos de trabalho	Envolve alterações na forma como as tarefas são realizadas.
	Organização do trabalho	Envolve alterações na organização do trabalho (ex: mudanças na estrutura de um departamento) ou mudanças macroergonômicas (ex: mudanças de políticas e estratégias de gerenciamento).
Responsabilidades	Identificação de problemas	Participantes envolvidos na identificação de problemas.
	Desenvolvimento de soluções	Participantes envolvidos no desenvolvimento de soluções para os problemas identificados.
	Implementação da mudança	Participantes envolvidos na implementação das soluções desenvolvidas.
	Estruturação do processo	Participantes envolvidos na construção/estruturação do programa de EP.
	Monitoramento do processo	Participantes envolvidos na monitoração do progresso do programa de EP.

Quadro 2 - Dimensões e categorias do PEF (continuação)

Fonte: Haines et al. (2002).

Dimensão	Categorias	Crítérios
Papel do ergonomista	Iniciar e orientar o processo	A iniciação e condução do programa de EP fazem parte dos deveres do ergonomista.
	Atuar como especialista	Assessorar o grupo em questões ergonômicas faz parte dos deveres do ergonomista.
	Treinar os participantes	O treinamento dos participantes faz parte dos deveres do ergonomista.
	Ficar disponível para consulta	O ergonomista fica disponível para consultas quando necessário e, portanto, não precisa ser parte do grupo.
	Não se envolve	O ergonomista não está envolvido no processo de EP.

Quadro 2 - Dimensões e categorias do PEF (conclusão)

Fonte: Haines et al. (2002).

No contexto de apresentar modelos teóricos que facilitassem o processo de planejamento de um programa de EP, Vink et al. (1995) apresentaram uma abordagem passo a passo "ideal" para o planejamento de programas de EP, a qual era dividida em cinco etapas: preparação, análise do trabalho e da saúde, escolha das soluções, implementação e avaliação. Esta abordagem foi utilizada por Vink e muitos outros autores (VINK; URLINGS; van der MOLEN, 1997; de JONG; VINK, 2000; de LOOZE et al., 2003; BERNARDES; WANDERCK; MORO, 2012). Apesar do aparente sucesso desta abordagem, Vink, Imada e Zink (2008) dividiram as cinco etapas originais em nove: introdução, análise, concepção da solução, seleção da solução, prototipagem, teste, ajuste, implementação e avaliação (quadro 3).

Passo	Etapa	Atividades propostas
1	Introdução	Planejar o processo, definir o foco principal, definir os dados a serem avaliados e entrar em contato com os participantes.
2	Análise	Estudar os problemas e determinar os seus impactos em questões de saúde e de produtividade.
3	Concepção da solução	Selecionar os problemas principais, avaliar possíveis soluções já existentes, realizar uma sessão de <i>brainstorming</i> para propor melhorias para as soluções já existentes e/ou propor novas soluções e formular as soluções.
4	Seleção da solução	Analisar a viabilidade das soluções concebidas em conjunto com os trabalhadores e a gerência.
5	Prototipagem	Detalhar o design de uma ou mais soluções, fabricar um protótipo.
6	Teste	Testar as soluções.
7	Ajuste	Ajustar o design baseado nos resultados dos testes.

Quadro 3 - Etapas da abordagem passo a passo de EP proposta por Vink, Imada e Zink (continua)

Fonte: Vink, Imada e Zink (2008).

Passo	Etapas	Atividades propostas
8	Implementação	Treinar os participantes, comprar equipamentos e implementar as soluções.
9	Avaliação	Mensurar os resultados, ajustar as soluções e avaliar o processo.

Quadro 3 - Etapas da abordagem passo a passo de EP proposta por Vink, Imada e Zink (conclusão)

Fonte: Vink, Imada e Zink (2008).

2.3.1 Ergonomia participativa e os DORT

Quanto à utilização da EP na prevenção dos DORT, Haims e Carayon (1998) e May e Schwoerer (1994) afirmam que a EP pode intervir de forma simultânea tanto nos fatores de risco "ergonômicos" (físicos, ambientais e organizacionais) quanto nos fatores de risco psicossociais, o que torna a EP uma forma de intervenção bastante eficaz no combate aos DORT.

Segundo Smith e Carayon (1996), as seguintes características dos programas de EP atuam na melhora dos aspectos psicossociais do trabalho e, assim podem reduzir o risco de desenvolvimento dos DORT: o treinamento dos trabalhadores, a maior troca de informações entre os diferentes níveis organizacionais e a participação dos trabalhadores na tomada de decisões referentes ao seu trabalho.

Desta forma, diversos estudos (DRIESSEN et al., 2010b; LAING et al., 2005; RIVILIS et al., 2006; ROSECRANCE; COOK, 2000; VINK; KONINGSVELD; MOLENBROEK, 2006) fizeram uso da EP como forma de prevenção dos DORT e obtiveram resultados promissores.

Rivilis et al. (2008) realizaram uma revisão sistemática com objetivo de sintetizar as evidências sobre a eficácia dos programas de EP na melhoria de indicadores de saúde. Os autores encontraram vinte e três artigos que preencheram os critérios de relevância, sendo que destes, apenas doze foram julgados como sendo de média ou alta qualidade metodológica e, portanto, foram incluídos no estudo. Como resultado, onze dos doze estudos avaliados apresentaram impacto positivo em pelo menos um dos seguintes itens: sintomas osteomusculares, redução no número de lesões, redução no número de dias de trabalho perdidos e redução do absenteísmo devido à doença. No entanto, a heterogeneidade de métodos de pesquisa levou a equipa de

revisão a atribuir uma avaliação de evidência parcial a moderada para a eficácia dos programas de EP na melhoria de indicadores de saúde. Os autores afirmam, entretanto, que a principal razão para não ter sido encontrado suporte completo para os programas de EP foi o baixo número de estudos de alta qualidade metodológica disponíveis atualmente sobre o assunto.

2.4 CICLO PDCA

O conceito do Método de Melhorias, conhecido atualmente pela sigla PDCA, foi originalmente desenvolvido na década de trinta do século passado, nos Estados Unidos da América. Entretanto, este método só foi popularizado vinte anos depois, ao ser introduzido nos conceitos de qualidade das indústrias japonesas no pós-guerra, pelo especialista em qualidade William Edwards Deming (DEMING, 1990; SOUZA 1997).

Segundo Campos (1996) e Agostinetto (2006), o ciclo PDCA é uma ferramenta gerencial de tomada de decisões, cujo objetivo é garantir uma melhoria contínua e sistemática de processos ou sistemas que tenham alcançado resultados eficazes e confiáveis. Shiba, Graham e Walden (1997) afirmam ainda, que o ciclo PDCA representa uma forma eficiente de resolução de problemas, por realizar as melhorias em etapas e por repetir o ciclo de melhoria várias vezes.

Para Slack et al. (1996) esta natureza cíclica e repetitiva do PDCA, o qual é definido como sendo uma sequência de atividades que são percorridas de maneira cíclica para aperfeiçoar atividades, representa a natureza dos processos de melhoria contínua.

A sequência de atividades que correspondem ao desenvolvimento do ciclo PDCA está expressa nas letras que formam seu nome, PDCA, as quais representam, em seu idioma de origem, as seguintes palavras: *plan*, *do*, *check* e *act*, ou seja, planejar, executar, verificar e agir (ANDRADE, 2003).

A seguir, cada uma destas etapas será apresentada de forma detalhada.

2.4.1 Planejar

A primeira etapa, denominada planejamento, envolve o exame da situação atual em busca de problemas para, então, estipular os objetivos a serem alcançados e, subsequentemente, determinar os procedimentos que possibilitarão o alcance desses objetivos (CHIAVENATO, 1999; SLACK et al., 1996).

Para Rostyakus e East (2004), esta etapa deve integrar atividades não só de nível tático, mas, também, de nível estratégico. Segundo os autores, os componentes táticos seriam: a identificação dos problemas, a seleção dos objetivos e a determinação dos procedimentos que levarão à mudança da situação atual. Enquanto, os componentes estratégicos envolvem o estabelecimento de um sistema de gestão, que garanta a infra-estrutura, o apoio e a orientação necessários à condução do processo.

De acordo com Campos (1996) e Melo e Caramori (2001), para se atingir as premissas acima expostas a etapa planejamento deve ser subdivida em cinco passos, são eles: localização do problema, estabelecimento de metas, análise do fenômeno, análise do processo e elaboração do plano de ação.

2.4.1.1 Localização do problema

Segundo Andrade (2003), a identificação adequada do problema é essencial para a eficácia futura do ciclo, visto que, caso o problema seja posicionado erroneamente, a análise de suas causas pode se limitar a fatos não relacionados com o problema real e, desta forma, as ações que serão tomadas não serão capazes de solucionar o problema. Assim sendo, deve-se despendar o tempo que for necessário para a definição e esclarecimento do problema.

Campos (2002) alerta, ainda, que, quando os problemas apresentados são numerosos, deve-se escolher o problema mais importante, caso contrário, corre-se o risco de levar muito tempo para resolver todos os problemas ou perder tempo resolvendo um problema menor, enquanto o problema principal não é solucionado.

2.4.1.2 Estabelecimento de metas

Uma vez identificado o problema, deve-se estabelecer as metas de melhoria.

Segundo Campos (1996), toda meta deve ser composta por três elementos: objetivo, valor e prazo. O objetivo deve especificar (geralmente por meio de um verbo no infinitivo) a finalidade da meta. O valor, por sua vez, representa uma unidade de medida que permite não só quantificar os resultados esperados, como avaliar se a meta foi alcançada. O elemento final, prazo, determina o período de tempo no qual a meta deve ser alcançada.

Para Andrade (2003), as metas devem ser estabelecidas sempre em razão do resultado, e nunca do processo. De acordo com o autor, uma vez que a meta representa um ponto a ser atingido no futuro, não é plausível sua aplicação ao processo; para o autor, o papel do processo é ser alvo de medidas corretivas que, por sua vez, possibilitem o alcance das metas propostas.

Quanto ao estabelecimento de metas, Lick (2003) afirma que uma meta não deve ser nem tão ampla que a torne difusa ou inviável, nem tão limitada que não envolva qualquer criatividade ou o desenvolvimento de habilidades.

Um último fator deve ser levado em consideração quando do estabelecimento das metas, a concordância de todos os envolvidos. Segundo Andrade (2003), quando há discordância em relação às metas, deve-se rever o problema novamente ou as condições de valor e prazo impostas, para se chegar a uma meta de comum acordo, a fim de garantir que todos os esforços sejam direcionados para se atingir as metas estabelecidas.

2.4.1.3 Análise do fenômeno

De acordo com Campos (2002), esta etapa aborda a coleta e a análise minuciosa dos dados sobre o problema encontrado, sem se preocupar, em momento algum, com a procura pelas causas deste.

Melo (2001) propõe a realização de um levantamento histórico das ocorrências do problema, levando em consideração critérios (temporais, de localização, de tipificação entre outros) que permitam a observação do problema sob vários pontos de vista.

Andrade (2003) e Lick (2003) afirmam que, a coleta destas informações aprofunda o conhecimento dos envolvidos no ciclo PDCA sobre o problema, o que facilita a identificação de suas causas na próxima etapa.

2.4.1.4 Análise do processo

O objetivo desta etapa é procurar as causas do problema através da análise detalhada das características do processo (CAMPOS, 1996).

Melo (2001) destaca a importância da participação dos trabalhadores que estão envolvidos com o problema no processo de identificação de suas causas, enriquecendo o processo com diversos pontos de vista.

Identificadas e priorizadas as causas do problema, parte-se para a elaboração do plano de correção.

2.4.1.5 Elaboração do plano de ação

Produto de toda a etapa de planejamento, o plano de ação deve conter todas as ações corretivas necessárias à solução do problema e que possibilitem que a meta proposta seja alcançada (ANDRADE, 2003).

De acordo com Barros (2001 apud ANDRADE, 2003), o objetivo do plano de ação é tornar operacional o processo de implementação das ações corretivas, levando-se em consideração os recursos disponíveis e as características da organização.

2.4.2 Executar

De acordo com Lick (2003), esta etapa consiste na operacionalização do plano de ação previamente elaborado. Campos (2002) divide esta etapa em dois passos: treinamento e execução. No treinamento deve ser realizada a divulgação das ações a serem tomadas, assim como da razão destas ações para todos que serão afetados pelas mudanças que serão realizadas. O passo de execução, por sua vez,

consiste no cumprimento do plano de ação conforme elaborado na etapa anterior.

2.4.3 Verificar

Esta etapa consiste em verificar se o planejado foi consistentemente alcançado através da comparação entre as metas estabelecidas na primeira etapa e os resultados obtidos após a implementação do plano de ação (MARSHALL, 2006).

2.4.4 Agir

Nessa fase têm-se duas alternativas. A primeira consiste em reiniciar o ciclo PDCA, caso a etapa anterior tenha demonstrado que as metas estabelecidas não foram alcançadas, mesmo após a execução das mudanças conforme estabelecido no plano de ação, buscando não só uma nova solução para o problema, mas também identificar as causas fundamentais que levaram à falha do ciclo PDCA. A segunda consiste em adotar como padrão as ações tomadas, quando na etapa anterior tenha ficado comprovado que as metas foram alcançadas, a fim de que estas venham a ser utilizadas em outras ocasiões semelhantes (MARSHALL, 2006; MELO, 2001).

Ao final da etapa agir considera-se encerrada o primeiro ciclo PDCA e deve-se dar início a segunda volta do ciclo, a fim de solucionar os demais problemas encontrados durante o passo localização do problema na etapa planejar. Assim, o ciclo mantém seu caráter dinâmico e permite, de forma clara e organizada, o amadurecimento contínuo das atividades de melhoria contínua na organização (ANDRADE, 2003; BARROS, 2006).

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Os DORT são um fenômeno complexo, com diversos fatores de risco, os quais apresentam um intrincado inter-relacionamento no desenvolvimento destas patologias, as quais apresentam custos elevados

não só para os indivíduos, mas também para o estado e as organizações. O referencial teórico sobre os DORT auxiliou na escolha dos métodos e técnicas utilizadas no estudo tanto para a avaliação dos fatores de risco, quanto para a redução do risco de desenvolvimento destas patologias.

Por sua vez, a análise do referencial teórico acerca da Ergonomia Participativa, da Análise Ergonômica do Trabalho, demonstrou as vantagens da utilização destes como forma de combate aos DORT, apresentando um modelo conceitual para a orientação e avaliação de projetos de EP, uma abordagem passo a passo para o planejamento e implementação de programas de EP e, ainda, as fases nas quais a AET é dividida.

Finalmente, as considerações acerca do ciclo PDCA, permitiram a compreensão sobre as etapas e a forma de aplicação desta ferramenta de gerenciamento.

Desta forma, o referencial teórico se propôs a abordar temas relacionados diretamente à proposição de um programa de ergonomia baseado nos princípios da ergonomia participativa e da análise ergonômica do trabalho, e gerenciado pelo ciclo PDCA, que tenha sido originado através de uma demanda relacionada aos DORT.

3 MÉTODO

O presente capítulo descreve os procedimentos metodológicos deste estudo, caracterização, local e participantes, materiais e instrumentos utilizados na investigação, procedimentos, análise dos dados e, por final, apresenta o modelo da intervenção ergonômica proposta e implementada no estudo.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

De acordo com Vergara (2012), o presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa-ação, uma vez que visa à resolução de problemas por meio de ações definidas por pesquisadores e sujeitos envolvidos com a situação sob investigação. Segundo a autora, este método mobiliza os sujeitos para atuarem durante todo o processo, identificando problemas prioritários, bem como implementando e avaliando as ações.

Benbasat, Goldstein e Mead (1987) afirmam que a pesquisa-ação pode ser considerada um tipo de estudo de caso, com a diferença que o pesquisador deixa de ser um simples observador para ser um participante na implementação de uma mudança em um sistema, e este processo de mudança torna-se seu objeto de pesquisa.

3.2 PARTICIPANTES

O estudo foi realizado no setor de revisão de uma empresa do setor do vestuário localizada na cidade de Blumenau, Santa Catarina. Participaram todas as colaboradoras que trabalhavam no setor, sendo que estas foram convidadas e que aceitaram participar do estudo durante uma reunião realizada para o esclarecimento sobre a pesquisa. Desta forma, a amostra final foi constituída por oito indivíduos.

De acordo com Gaya (2008), o método de formação da amostra utilizado na presente pesquisa foi o de amostragem intencional. Visto que, o pesquisador selecionou os sujeitos que estavam expostos à situação que este se propôs a avaliar e, que, portanto, eram capazes de fornecer os dados que o investigador procurava.

3.3 MATERIAIS/INSTRUMENTOS

Para a realização deste estudo foram utilizados os seguintes instrumentos de pesquisa:

- técnica de análise RULA de McAtamney e Corlett (1993);
- máquina fotográfica digital SONY Cybershot DSC-W70.

3.4 PROCEDIMENTOS

A fim de atingir os objetivos propostos a presente pesquisa foi dividida em três etapas.

3.4.1 Contato inicial com a empresa e com os participantes

Para a realização do estudo de campo, primeiramente, foi realizado contato com os responsáveis pela empresa questionando sobre a possibilidade de realização da pesquisa. Após prestar esclarecimentos sobre o estudo a ser desenvolvido e responder eventuais dúvidas, os responsáveis pela empresa aprovaram a realização da pesquisa, e assinaram o Termo de Consentimento para a realização da pesquisa.

A seguir, foram feitas visitas ao setor de revisão em horário de funcionamento normal, e foi realizada uma reunião individual com cada colaboradora, para solicitar a participação na pesquisa, nesta reunião foram prestados esclarecimentos sobre o trabalho a ser desenvolvido e eventuais dúvidas foram respondidas. Ao final da reunião as colaboradoras que aceitaram participar assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.4.2 Aplicação do programa de intervenção ergonômica

Após o aceite de todas as partes envolvidas no estudo, colocou-se em prática o modelo de intervenção ergonômica proposto.

A descrição deste programa será realizada de forma minuciosa na seção 3.6, denominada “modelo da intervenção ergonômica”.

3.4.3 Elaboração do relatório final

Ao final do primeiro ciclo do programa de intervenção ergonômica foi realizado o levantamento, a análise estatística e a discussão dos dados obtidos, sendo em seguida realizada a elaboração do relatório final da pesquisa, o que consistiu na quinta e última etapa da pesquisa.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram tabulados e processados no *software Microsoft Office Excel* 2007. Para a análise dos dados foram utilizados parâmetros de estatística descritiva (média e desvio padrão) e o teste de McNemar. Segundo Siegel e Castellan Jr. (2006), o teste de McNemar para a significância de mudanças é particularmente aplicável a modelos de pesquisa nos quais os indivíduos servem como seu próprio controle (conhecidos como estudos do tipo “antes e depois”) e nos quais medidas nominais ou categóricas seriam apropriadas para determinar uma mudança antes e depois de uma intervenção, podendo ser empregado, inclusive, para amostras muito pequenas através da utilização do teste binomial.

3.6 MODELO DA INTERVENÇÃO ERGONÔMICA

Esta seção apresenta o modelo de intervenção ergonômica empregada no estudo.

Por um motivo exclusivamente didático, o programa de intervenção (baseado nos princípios da EP e da AET) e a forma de gerenciamento deste (através da utilização do ciclo PDCA) serão apresentados separadamente, para facilitar a melhor compreensão do modelo.

3.6.1 Programa de intervenção ergonômica

O programa de EP empregado no presente estudo foi baseado nas etapas propostas por Vink, Imada e Zink (2008), contudo uma etapa adicional foi acrescentada, a fim de que o programa estivesse em conformidade com os princípios de gerenciamento do ciclo PDCA. Desta forma, o programa de intervenção ergonômica compreendeu as seguintes etapas: introdução, análise da situação, concepção da solução, seleção da solução, prototipagem da solução, teste da solução, ajuste da solução, implementação da solução, avaliação da solução e validação da solução (figura 3).

Nas próximas seções cada uma destas etapas será descrita minuciosamente.

3.6.1.1 Introdução

Inicialmente o ergonomista deve se familiarizar com a empresa, o setor a ser avaliado, os operadores do setor, o sistema de produção e seus critérios de bom funcionamento, bem como os critérios que não foram alcançados e justificaram a intervenção.

A familiarização facilita a compreensão da natureza e da dimensão dos problemas apresentados, ou seja, a análise da demanda, e, assim permite o planejamento do processo de EP, a definição do foco do programa de EP e a elaboração das metas do programa ergonômico.

Em seguida o ergonomista deve coordenar a formação de dois grupos de trabalho: o grupo diretivo e o grupo de análise e design ergonômico.

Em primeiro lugar é formado o grupo diretivo. Este grupo é composto pelo ergonomista e representantes dos setores administrativos da empresa (recursos humanos, segurança e saúde no trabalho etc.), os quais devem ser indicados por um representante da direção da empresa.

Após a formação do grupo diretivo, deve ser realizada uma reunião entre os membros do grupo diretivo e os operadores do setor a ser avaliado, a fim de informar os operadores sobre o projeto e encorajá-los a participar do mesmo. Após esta reunião, o grupo diretivo deve guiar a formação do grupo de análise e design ergonômico, o qual deve ser composto por operadores do setor e o ergonomista.

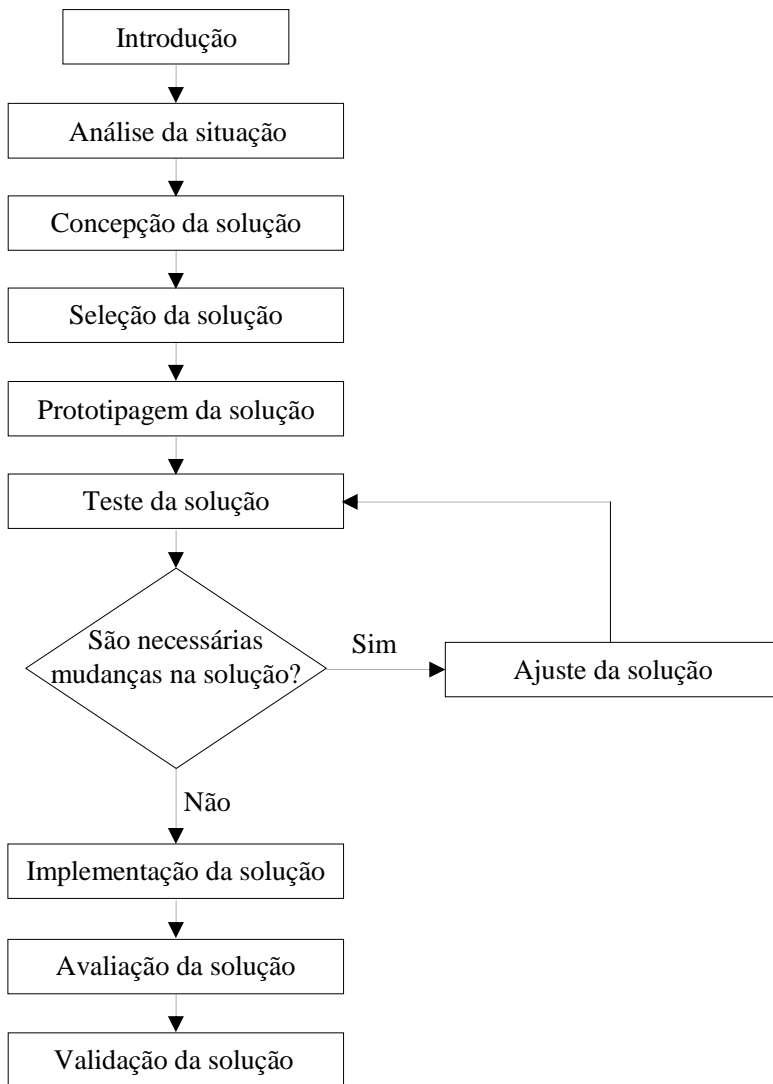


Figura 3: Etapas do programa de intervenção ergonômica proposto no estudo

3.6.1.2 Análise da situação

Após a formação dos dois grupos de trabalho, acima descritos, tem início a etapa de análise da situação.

Esta etapa tem início com a análise da tarefa realizada pelas operadoras do setor. Para tanto, o grupo de análise e design ergonômico deve coletar dados relativos ao desempenho exigido dos operadores, aos procedimentos realizados pelos operadores, aos equipamentos utilizados pelos operadores, ao ambiente físico do local de trabalho e às condições temporais impostas aos operadores (horário de trabalho, ritmo de trabalho e pausas).

Em seguida, o grupo de análise e design ergonômico deve analisar a atividade realizada pelos operadores do setor, coletando dados acerca das posturas, das ações, dos gestos, da direção do olhar, das comunicações e das estratégias adotadas pelos operadores para a resolução de problemas que venham a ocorrer durante a execução de suas tarefas.

Os dados coletados na análise da tarefa e na análise da atividade podem ser obtidos através da análise de documentos, de entrevistas, da aplicação de questionários, da observação direta da atividade de trabalho dos operadores, assim como pela aplicação das diversas ferramentas ergonômicas disponíveis (OWAS, RULA, *checklists* etc.).

Após a análise da tarefa e a análise da atividade um documento que sintetiza os dados obtidos deve ser redigido.

Deve-se destacar que durante toda esta etapa os participantes do grupo de análise e design ergonômico recebem informações sobre princípios básicos de ergonomia, técnicas de análise ergonômica e DORT (no caso deste ter sido o problema que deu origem a demanda ergonômica).

3.6.1.3 Concepção da solução

Esta etapa tem início com a análise do documento redigido na etapa anterior pelo grupo de análise e design ergonômico, a fim de escolher o problema mais severo e frequente para ser o alvo da intervenção ergonômica.

A seguir, o grupo de análise e design ergonômico deve avaliar possíveis soluções já existentes para o problema previamente priorizado.

Posteriormente, o grupo deve realizar uma sessão de *brainstorming*, durante a qual os membros do grupo são convidados a propor, sem nenhum tipo de restrição, melhorias para as soluções encontradas e/ou propor novas soluções para o problema.

Ao final desta etapa deve ser redigido um documento que descreva as intervenções ergonômicas propostas.

Durante esta etapa os participantes do grupo de análise e design ergonômico recebem informações sobre diretrizes para o design ergonômico de postos de trabalho.

3.6.1.4 Seleção da solução

Esta etapa consiste na realização de uma reunião entre o grupo diretivo e o grupo de análise e design ergonômico na qual são discutidas as vantagens e desvantagens de cada intervenção ergonômica previamente proposta, levando em consideração os seguintes critérios: vantagens relativas, custos, compatibilidade e complexidade. Ao final desta reunião, a intervenção ergonômica mais apropriada deve ser escolhida, com base em um consenso entre os participantes de ambos os grupos.

3.6.1.5 Prototipagem da solução

Nesta etapa a solução escolhida anteriormente deve ser detalhada de forma minuciosa, se possível um protótipo da solução deve ser construído.

3.6.1.6 Teste da solução

Nesta etapa a solução deve ser testada.

3.6.1.7 Ajuste da solução

O resultado dos testes previamente realizados deve ser analisado e, caso seja necessário, ajustes devem ser feitos na solução. Caso mudanças sejam realizadas na solução, esta deve ser novamente testada antes de sua implementação.

3.6.1.8 Implementação da solução

Inicialmente, todos os operadores do setor devem ser informados, instruídos e motivados, quanto à intervenção ergonômica, a fim de facilitar a aceitação das mudanças e, desta forma, aprimorar o processo de implementação da intervenção ergonômica. Este processo pode ser realizado através de uma reunião com todos os operadores do setor e/ou de forma individual.

A seguir, a intervenção ergonômica propriamente dita deve ser realmente implementada no ambiente de trabalho.

3.6.1.9 Avaliação da solução

Esta etapa ocorre após a implementação da intervenção ergonômica no ambiente de trabalho, quando os critérios avaliados durante a fase de preparação são comparados pelos participantes do grupo de análise e design ergonômico, a fim de verificar a eficácia da ação executada na etapa anterior.

Ao final desta etapa deve ser redigido um documento o qual sintetiza os dados obtidos durante esta fase.

3.6.1.10 Validação da solução

Nesta etapa os participantes dos grupos diretivo e de análise e design ergonômico se reúnem para analisar os dados obtidos na etapa anterior, a fim de decidir se a ação deve ser tornada padrão dentro da empresa, ou não.

Nesta reunião ocorre, ainda, a identificação do próximo problema a ser solucionado durante o ciclo PDCA seguinte.

3.6.2 Gerenciamento do programa de intervenção ergonômica

O programa de intervenção ergonômica empregado no estudo foi gerenciado como um processo de melhoria contínua, tendo como base o ciclo PDCA e, portanto, foi dividido em quatro módulos (figura 4): planejamento (*plan*), execução (*do*), verificação (*check*) e validação (*act*).

Nas próximas seções cada um dos módulos do ciclo PDCA será apresentado em conjunto com as etapas do programa de intervenção ergonômica correspondentes, conforme a figura 4.

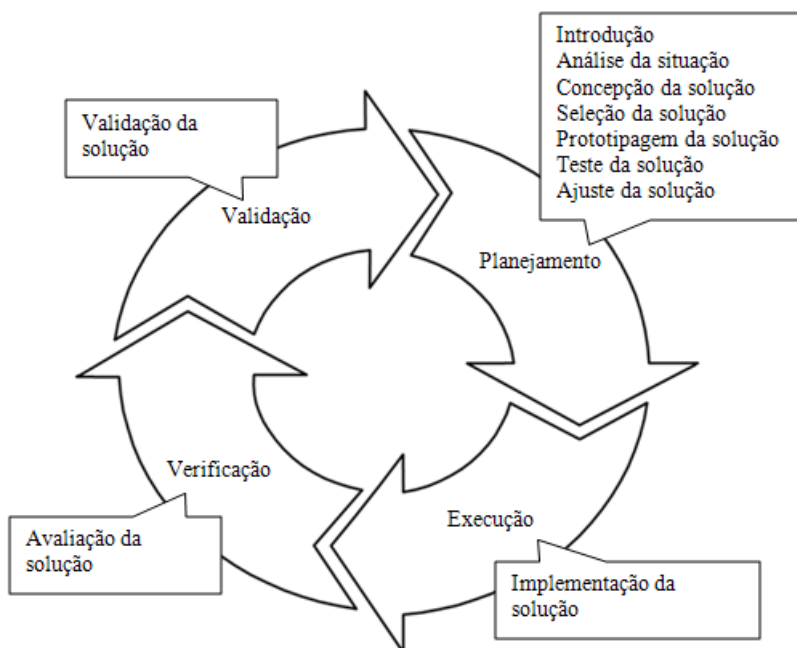


Figura 4 - Módulos do ciclo PDCA e etapas do programa de ergonomia participativa correspondentes

3.6.2.1 Planejamento

Pertencem ao módulo planejamento o processo de análise da situação indesejável, o delineamento da situação desejada (meta), a elaboração do plano de ação (através da escolha dos dados a serem coletados e do estabelecimento das pessoas e recursos a serem envolvidos), a análise do problema e suas causas e, finalmente, o planejamento da(s) ação(ões) a ser(em) implementada(s) para equacionar o(s) problema(s) detectado(s).

Assim sendo, este módulo compreende as seguintes etapas do programa de intervenção ergonômica: introdução, análise da situação, concepção da solução, seleção da solução, prototipagem da solução, teste da solução e ajuste da solução.

3.6.2.2 Execução

Uma vez que o planejamento da(s) ação(ões) a ser(em) implementada(s) tenha sido acordado, parte-se para sua implementação. Para que esse módulo apresente a eficiência desejada o mesmo deve ser dividido em duas etapas: treinamento e execução da ação.

Desta forma, este módulo compreende a etapa de implementação da solução do programa de intervenção ergonômica.

3.6.2.3 Verificação

Neste módulo a(s) solução(ões) implantada(s) é(são) avaliada(s), para verificar se esta(s) foi(ram) eficaz(es) para se atingir os objetivos iniciais.

Desta forma, este módulo compreende a etapa de avaliação da solução do programa de intervenção ergonômica.

3.6.2.4 Validação

Neste módulo os dados obtidos anteriormente são avaliados, a fim de verificar se a(s) ação(ões) resultou(aram) no melhoramento esperado da situação.

Caso a(s) ação(ões) tenha(m) sido bem-sucedida(s) esta(s) é(são) validada(s) e padronizada(s) para ser(em) utilizada(s) em outras ocasiões semelhantes. Já, se a(s) ação(ões) não tenha(m) sido bem-sucedida(s) as lições aprendidas na "tentativa" são formalizadas antes que o ciclo comece novamente.

Assim sendo, este módulo compreende a etapa de validação da solução do programa de intervenção ergonômica.

Neste momento, encerra-se a primeira volta do ciclo PDCA e, então, inicia-se o segundo ciclo, onde serão solucionados os demais problemas encontrados durante a investigação. Assim, o programa mantém seu caráter de melhoria contínua e permite de maneira clara e organizada que a(s) ação(ões) executada(s) seja(m) eficiente(s) e garanta(m) a solução do principal problema ergonômico encontrado.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e discutidos não só os resultados obtidos através da aplicação do programa de intervenção ergonômica empregado no estudo, mas também como se deu o processo de implantação do programa.

Para tanto, o capítulo será dividido de acordo com os módulos do ciclo PDCA empregado no gerenciamento da intervenção, os quais, por sua vez, serão subdivididos nas etapas correspondentes do programa de intervenção ergonômica, conforme apresentado no capítulo anterior, a fim de manter a coerência cronológica dos fatos.

4.1 MÓDULO PLANEJAMENTO

O módulo planejamento compreendeu as seguintes etapas do programa de intervenção ergonômica: “introdução”, “análise da situação”, “concepção da solução”, “seleção da solução”, “prototipagem da solução”, “teste da solução” e “ajuste da solução”.

4.1.1 Introdução

O presente estudo foi realizado no setor de revisão de uma empresa do setor de vestuário, tendo início em junho de 2011.

Durante a fase de familiarização verificou-se que a empresa, fundada em 1988, era uma indústria de médio porte do setor do vestuário, com sede instalada na cidade de Blumenau (SC), capacidade de produção diária de sete mil a dez mil peças (camisas pólo e camisetas), sendo o contingente total do quadro funcional da empresa composto por 295 trabalhadores, dos quais 265 atuam na produção e 30 atuam nos setores administrativos, sendo a carga horária de 08 horas e 48 minutos diários, distribuída em dois turnos - manhã e tarde, de segunda-feira a sexta-feira.

Pôde ser constatado, ainda, que o setor de revisão contava com oito operadoras, todas do gênero feminino, com idade média de 36,4 anos (desvio padrão de 13,4 anos) e tempo de experiência médio na função de revisora de 14,8 anos (desvio padrão de 11,7 anos).

Quanto à demanda que deu origem a intervenção ergonômica, esta foi gerada por queixas recorrentes de desconforto/dor osteomuscular na região dos ombros pelas operadoras do setor de revisão, das quais três procuraram o ambulatório da empresa, nos seis meses anteriores à intervenção ergonômica, devido a estas queixas, sendo que, uma destas três operadoras acabou sendo afastada de suas atividades laborais devido à evolução do quadro doloroso para um quadro de incapacidade funcional dos membros superiores.

Compreendido não só o problema, mas, também, o contexto no qual este estava inserido, a seguinte meta foi elaborada: reduzir as queixas de desconforto/dor osteomuscular no setor, através da redução dos fatores de risco.

Estando a demanda identificada e a meta do programa estabelecida, teve início o processo de planejamento do programa de EP, o qual foi realizado em uma reunião, onde o ergonomista e um representante da direção da empresa decidiram em conjunto as características do programa tendo como base o Modelo de Ergonomia Participativa (PEF) proposto por Haines et al. (2002) e nas etapas de um Programa de EP propostas por Vink, Imada e Zink (2008).

De acordo com Vink, Imada e Zink (2008), o processo de planejamento do programa de EP deve contar com a participação da direção da empresa, visto que este inclui a tomada de decisões estratégicas para a empresa, como a quantidade de recursos a ser disponibilizada, a duração do programa, o nível de influência dos participantes no processo de tomada de decisão, entre outras questões.

Desta forma, foi decidido que o programa não seria incorporado à estrutura da organização, tendo fim no momento em que nenhum novo problema fosse localizado pelos participantes do programa. Quanto aos participantes, ficou decidido que no primeiro ciclo do programa seriam convidadas a participar três operadoras, levando em consideração a experiência na função e a representatividade junto ao grupo; estas operadoras participariam da identificação dos problemas, do desenvolvimento das soluções (as quais seriam escolhidas de comum acordo entre a direção e os participantes), da implementação das mudanças e da análise e validação das soluções. Ficou decidido, ainda, que ao fim de cada ciclo do programa uma das operadoras participantes deixaria o grupo, para a entrada de uma nova operadora do setor, com o objetivo de capacitar o maior número possível de operadoras. Por fim, foi decidido que o ergonomista participaria da estruturação, do início e da orientação do programa, atuando não só no treinamento dos participantes, mas, também, como especialista.

Assim sendo, o programa de EP empregado no presente estudo pôde ser classificado de acordo com as dimensões e categorias propostas por Haines et al. (2002), conforme demonstrado no quadro 4.

Dimensões	Categorias
Duração	Temporária
Participação	Representativa
Nível de influência	Departamento
Tomada de decisão	Consulta ao grupo
Participantes	Operadores, supervisores, diretores, especialistas internos, especialistas externos
Convocação	Voluntária
Foco	Ferramentas e equipamentos, processos de trabalho
Responsabilidades	Identificação de problemas, desenvolvimento de soluções, implementação da mudança, monitoramento do processo
Papel do ergonomista	Iniciar e orientar o processo, atuar como especialista, treinar os participantes

Quadro 4 - Caracterização do programa de EP empregado no estudo, conforme as dimensões e categorias propostas pelo PEF

Finalizado o planejamento do programa, teve início a formação dos dois grupos de trabalho que compuseram o programa de EP, conforme proposto por Halpern e Dawson (1997).

Em primeiro lugar foi formado o grupo diretivo. Este grupo foi composto pelo ergonomista, um representante da direção da empresa, um representante do setor de recursos humanos, um representante do setor de segurança e saúde no trabalho, um representante do setor financeiro, sendo os três últimos membros indicados pelo representante da direção da empresa.

Após a formação do grupo diretivo, foi realizada uma reunião entre os membros do grupo diretivo e os operadores do setor a ser avaliado, a fim de informar os operadores sobre o projeto e encorajá-los a participar do mesmo. Então, o grupo diretivo guiou a formação do grupo de análise e design ergonômico, o qual foi composto pela supervisora do setor, três operadoras, um representante do setor de manutenção e o ergonomista.

4.1.2 Análise da situação

O início desta etapa do programa foi caracterizado pela transferência de conhecimentos do ergonomista para as participantes do grupo de análise e design ergonômico, sendo abordados os seguintes temas: princípios básicos de ergonomia (objetivo, tipos de intervenções e AET), DORT (conceito e fatores de risco para a região dos ombros) e técnicas de análise de risco ergonômico (RULA). Esta transferência de conhecimentos foi feita informalmente, através de um treinamento teórico-prático do tipo “*hands-on*”, onde as participantes não só acompanharam, mas, também, participaram do processo de análise da tarefa e da atividade.

Segundo Haims e Carayon (1998), treinamentos do tipo “*hands-on*” propiciam uma maior assimilação de novos conhecimentos pelos participantes de programas de ergonomia participativa, não só pela interação com o ergonomista, mas, principalmente, pela colocação destes novos conhecimentos em prática.

Através da análise da tarefa constatou-se que esta consistia em revisar peças prontas (camisas pólos e camisetas) provenientes do setor de costura, a fim de verificar se estas estavam em conformidade com os critérios de qualidade determinados pela empresa. Para tanto, as peças deveriam ser colocadas em um arco de revisão (figura 5), que se encontrava sobre a bancada de trabalho, e as revisoras deviam verificar a simetria das mesmas e procurar por fios soltos, furos, rasgos e manchas no lado avesso e no lado direito das peças.



Figura 5 - Arco de revisão

O posto de trabalho das operadoras era composto por uma bancada principal, na qual ficava acoplado o arco de revisão, e uma bancada auxiliar, disposta lateralmente à bancada principal (figura 6). A bancada de trabalho principal apresentava as seguintes dimensões: altura de 93 cm, 50 cm de largura e 150 cm de comprimento. O arco de revisão, por sua vez, apresentava 80 cm de altura. Finalmente, a bancada auxiliar apresentava as seguintes dimensões: 83 cm de altura, 40 cm de largura e 60 cm de comprimento.



Figura 6 - Posto de trabalho

O ritmo era imposto externamente, sendo de 60 peças a cada 2 horas, por revisora, sendo que as operadoras contavam com uma tesoura de arremate (figura 7) como a única ferramenta de trabalho.



Figura 7 - Tesoura utilizada pelas operadoras

A análise da atividade demonstrou que o ciclo de trabalho tinha início quando a operadora colocava a peça no arco (figura 8), iniciava a revisão, procurando e corrigindo imperfeições, e terminava com a retirada da peça do arco, a qual deveria, ainda, ser dobrada e colocada sobre a bancada, totalizando um ciclo de trabalho que durava em média 90 segundos. Durante o processo de revisão da peça as operadoras permaneciam com os ombros em flexão e abdução, de aproximadamente 90 graus (dependendo da altura da operadora), de forma estática (figura 9).



Figura 8 - Postura dos membros superiores de uma operadora durante a colocação da peça no arco de revisão



Figura 9 - Postura dos membros superiores de uma operadora durante a revisão de uma peça

Segundo Soslowsky et al. (2002) muitos distúrbios osteomusculares na região do ombro estão relacionados à amplitude de movimentação e à repetitividade de movimentos, acarretando sobrecarga nessa articulação devido ao atrito dos tendões do manguito rotador. Herberts et al. (1984) demonstraram que a atividade eletromiográfica dos músculos supra-espinhoso e deltóide aumenta sobremaneira entre 45 graus e 90 graus de flexão do ombro. Por sua vez, Levitz e Iannotti (1995) observaram que amplitudes de flexão do ombro entre 60 graus e 120 graus geram aumento da pressão mecânica sobre o tendão do músculo supra-espinhoso. Já Chaffin (1973) e Punnett et al. (2000), afirmam que a abdução do ombro de amplitude maior que 30 graus causa aumento na fadiga da porção média do músculo deltóide e reduz sua eficácia fisiológica, enquanto amplitudes de abdução severa (maior que 90 graus), mantidas durante menos de 10% do ciclo de trabalho, resulta em aumento do risco de desenvolvimento de distúrbios no ombro.

Quanto às contrações isométricas, Chafin, Andersson e Martin (2001) afirmam que, quando realizadas contrações isométricas e repetitivas, as fases de recuperação alternam-se com períodos de fadiga, neste caso períodos muito curtos de recuperação podem não ser suficientes para reverter os efeitos da fadiga causada pela contração. Para os autores a situação só é aceitável quando são realizados ciclos curtos (menos de 20 segundos de trabalho e 40 segundos de repouso) com carga manual baixa (menor que 0,4 kg) e com os braços abaixo do nível dos ombros, desde que a atividade em questão não seja mantida por longos períodos de tempo.

Após observar que as atividades eram exercidas predominantemente com os membros superiores, foi utilizada a técnica RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), a fim de quantificar e qualificar os riscos posturais da atividade desenvolvida pelas operadoras. Criada por McAtamney e Corlett, com a finalidade ser um instrumento de *screening* de fácil e rápida aplicação, que não necessita da utilização de nenhum equipamento especial. De acordo com McAtamney e Corlett (1993), a técnica RULA pode ser utilizada de forma fidedigna tanto por especialistas, quanto pelos operadores do posto de trabalho a ser avaliado, depois de fornecido treinamento, sendo por isso escolhida para utilização no presente estudo.

A aplicação da técnica RULA foi realizada pelas participantes do programa em conjunto com o ergonomista, sendo que este último apenas orientou o preenchimento da planilha, interferindo na escolha das pontuações de cada segmento somente se as participantes cometessem

algum erro grave de avaliação da angulação dos segmentos anatômicos analisados. Deve-se destacar, ainda, que não foi utilizada nenhuma forma de captura de imagens (fotos ou filmagens), sendo a aplicação da técnica realizada apenas através da observação da atividade das operadoras.

Para facilitar a utilização da técnica RULA pelas operadoras a atividade de revisão das peças foi subdividida em três fases, a colocação da peça no arco (figura 6), a revisão da peça propriamente dita (figura 7) e a retirada da peça do arco.

Desta forma, as fases de colocação e retirada da peça do arco apresentou uma pontuação final três, o que de acordo com McAtamney e Corlett (1993) significa que a atividade necessita de investigações futuras e mudanças podem ser requeridas. Veronesi Jr. (2009), por sua vez, interpreta essa pontuação como se a atividade desenvolvida apresentasse um risco biomecânico mínimo de ocasionar uma lesão osteomuscular.

Já, a fase de revisão da peça apresentou uma pontuação final seis, o que de acordo com McAtamney e Corlett (1993) significa que novas investigações e mudanças na atividade são necessárias em breve. Veronesi Jr. (2009), por sua vez, interpreta essa pontuação como se a atividade desenvolvida apresentasse um risco biomecânico moderado de ocasionar uma lesão osteomuscular.

Durante a análise da atividade pode ser observado que algumas operadoras, em geral as mais experientes, revisavam uma parte da peça na mesa, antes de colocar a peça no arco, reduzindo, assim, o tempo de permanência dos ombros em flexão e abdução de forma estática.

Quanto à postura de trabalho adotada pelas operadoras para realização da atividade de revisão, esta era a de pé, sem possibilidade de alternância postural, em frente à bancada de trabalho, com mínimos deslocamentos.

Grandjean e Kroemer (2005) e Iida (2005) afirmam que, a manutenção da postura em pé é altamente fatigante, pois exige contrações estáticas de uma série de grupos musculares das pernas, dos quadris, das costas e da região cervical.

Renner (2002) ao analisar as condições fisiológicas relacionadas à fadiga muscular, a produtividade e ao conforto em quatro posturas de trabalho diferente (em pé, alternância de posturas - em pé e sentado, sentado em cadeira de palha e sentado em cadeira ergonômica), em trabalhadores de indústrias do setor calçadista, demonstrou que o posicionamento em pé mantido durante toda a jornada de trabalho

apresentou os piores resultados em todas as variáveis consideradas no estudo.

A análise da atividade permitiu identificar, ainda, mais dois problemas no setor, um de origem organizacional/psicossocial e o outro de origem ambiental.

O problema de origem organizacional/psicossocial estava relacionado ao método de controle da produtividade utilizado no setor, o qual consistia na exposição em um quadro da meta de produção e da produtividade individual das operadoras.

Segundo Cohen e Cohen (2005), sistemas de gerenciamento que enfatizam a produção e monitoram continuamente o desempenho dos operadores, faz com que esses tenham uma percepção de falta de controle sobre o seu trabalho. De acordo com o modelo controle-demanda, proposto por Karasek e Theorell (1990), a falta de controle sobre o trabalho associada à alta demanda, aumenta a possibilidade da ocorrência de problemas de saúde relacionados ao trabalho. Corroborando com esta teoria, um estudo longitudinal realizado com trabalhadores do setor hospitalar demonstrou que a percepção de pouco controle sobre o trabalho era um importante fator na predição do desenvolvimento de patologias osteomusculares (SHANNON et al., 2001).

O problema de origem ambiental, por sua vez, foi relatado pelas operadoras. Segundo essas, a sensação térmica era elevada no setor durante dias de calor, visto que as mesmas sentiam-se impossibilitadas de abrir as janelas e uma porta de correr localizadas no lado esquerdo do setor, devido ao mau cheiro exalado pelo processo produtivo da empresa vizinha.

O Centro Canadense para Saúde e Segurança Ocupacional (*Canadian Center for Occupational Health and Safety* - CCOHS, 2005) afirma que trabalhadores expostos a temperaturas elevadas entram em estado de fadiga mais rapidamente, se tornando mais propensos, desta forma, ao desenvolvimento de distúrbios osteomusculares. Ainda, de acordo com Carayon, Smith e Haims (1999), os fatores ambientais além de provocar efeitos fisiológicos podem ser uma fonte de estresse psicológico, aumentando a suscetibilidade dos indivíduos aos demais fatores psicossociais.

Finalizadas as análises, foi redigido pelo ergonomista um documento que descrevia os problemas supracitados.

4.1.3 Concepção da solução

Esta etapa teve início com a leitura, pelos membros do grupo de análise e design ergonômico, do documento redigido na etapa anterior, a fim de escolher, através de uma votação secreta, o problema que considerassem como sendo o mais severo e frequente dos encontrados na análise da situação para ser o alvo da intervenção ergonômica. Desta forma, foi escolhida, por unanimidade, a manutenção da postura inadequada dos ombros durante a atividade de revisão como sendo o alvo da intervenção ergonômica.

Sanda et al. (2010) também utilizou, com sucesso, a votação como procedimento de escolha entre problemas a serem priorizados em um programa de ergonomia participativa.

Priorizado o problema, o grupo de análise e design ergonômico realizou uma sessão de *brainstorming*, a fim de propor soluções para o problema. Como resultado desta sessão as três soluções abaixo descritas foram propostas:

- a) Redução da altura da bancada de trabalho associada à adoção de um arco de revisão com ajuste de altura;
- b) Redução da altura da bancada de trabalho associada à adoção de um sistema hidráulico de ajuste da altura da mesma;
- c) Adoção de uma bancada de trabalho de plano inclinado e com um sistema manual de ajuste de altura associado à eliminação do arco de revisão.

A utilização do *brainstorming* como método de elaboração de melhorias em programas de ergonomia participativa é bastante comum, tendo sido empregado por diversos autores (ANEMA et al., 2003; DRIESSEN et al., 2010a; ST-VINCENT; CHICOINE; BEAUGRAND, 1998; ST-VINCENT et al., 2006; VINK; IMADA; ZINK, 2008; ZALK, 2001).

Deve-se destacar que antes e durante a realização da sessão de *brainstorming* as participantes do grupo de análise e design ergonômico, receberam informações sobre diretrizes para o design ergonômico de postos de trabalho (posturas de trabalho, espaços de trabalho e ambiente de trabalho).

Ao final desta etapa foi redigido um documento que descrevia as intervenções ergonômicas propostas.

4.1.4 Seleção da solução

A seleção da solução foi realizada em uma reunião entre o grupo diretivo e o grupo de análise e design ergonômico na qual foram discutidas as vantagens e desvantagens de cada uma das três intervenções ergonômica propostas anteriormente, levando em consideração os seguintes critérios: vantagens relativas, custos, compatibilidade e complexidade. Ao final desta reunião foi escolhida, com base em um consenso entre os participantes de ambos os grupos, a seguinte solução: adoção de uma bancada de trabalho de plano inclinado e com um sistema manual de ajuste de altura associado à eliminação do arco de revisão.

4.1.5 Prototipagem da solução

Selecionada a solução a ser implementada, foi construído, pelo mecânico da empresa, um protótipo da nova bancada de trabalho (figura 10) de plano inclinado (figura 11) e com um sistema manual de ajuste de altura (figura 12) associado à eliminação do arco de revisão.



Figura 10 – Nova bancada de trabalho



Figura 11 – Sistema de inclinação da bancada



Figura 12 – Sistema de ajuste da altura da bancada

A nova bancada de trabalho apresentava as seguintes dimensões: altura de 80 cm na borda mais baixa e 100 cm na borda mais alta (com possibilidade de aumento da altura em até 15 cm), 80 cm de largura e 150 cm de comprimento.

4.1.6 Teste da solução

Construído o protótipo da bancada, foi realizado o teste da solução através da aplicação da técnica RULA e, pela avaliação da

eficácia, eficiência e conforto da nova bancada por uma operadora do setor.

A aplicação da técnica RULA foi realizada pelos membros do grupo de análise e design ergonômico, conforme relatado na seção “4.1.2 Análise da situação”.

Desta forma, a fase de revisão da peça com a utilização da bancada nova (figura 13), apresentou uma pontuação final 3, o que de acordo com McAtamney e Corlett (1993) significa que a atividade necessita de investigações futuras e mudanças podem ser requeridas. Veronesi Jr. (2009), por sua vez, interpreta essa pontuação como se a atividade desenvolvida apresentasse um risco biomecânico mínimo de ocasionar uma lesão osteomuscular.

Quanto às fases de colocação e retirada da peça do arco, estas foram totalmente eliminadas com a utilização da bancada nova.



Figura 13 - Postura dos membros superiores de uma operadora durante a revisão de uma peça na nova bancada de trabalho

Comparados estes resultados com os resultados obtidos durante a análise da atividade pode ser observado que a introdução da bancada nova implicaria na redução do risco ergonômico da atividade realizada pelas operadoras (tabela 1).

Atividade	Pontuação final da técnica RULA	
	Bancada antiga	Bancada nova
Colocar no arco	3	Eliminada
Revisar a peça	6	3
Retirar do arco	3	Eliminada

Tabela 1 - Pontuação final da técnica RULA antes e após a intervenção ergonômica

A avaliação da eficácia, eficiência e conforto da nova bancada, por sua vez, foi feita através de uma entrevista com uma operadora do setor, a qual foi sorteada entre as operadoras não-participantes do grupo de análise e design ergonômico, após a utilização da nova bancada por um período de uma semana.

Deste modo, a operadora relatou que a nova bancada permitia a realização da atividade de revisão das peças sem maiores dificuldades, caracterizando, portanto, a nova bancada como eficaz. Entretanto, a operadora relatou um aumento de 10 segundos no tempo médio do ciclo de trabalho com a utilização da nova bancada, caracterizando-a, portanto, como menos eficiente que a bancada antiga. Tal redução de eficiência poderia estar relacionada com a adoção de um novo modo operatório, o que desencadearia um processo de aprendizado, no qual somente através da repetição da nova tarefa é capaz de melhorar o desempenho do trabalhador (ANZANELLO, 2004). Quanto ao conforto, a operadora relatou ter sentido um leve desconforto na região do braço e da cervical nos dois primeiros dias, mas que com o decorrer da semana a mesma não apresentou mais sinais de desconforto/dor em qualquer região corporal.

4.1.7 Ajuste da solução

Os resultados obtidos na etapa anterior indicaram não haver a necessidade de realizar nenhuma mudança na nova bancada de trabalho.

4.2 MÓDULO EXECUÇÃO

O módulo execução compreendeu a etapa “implementação da solução” do programa de intervenção ergonômica

4.2.1 Implementação da solução

Antes da introdução das novas bancadas de trabalho no setor, todas as operadoras foram informadas, individualmente pelo ergonomista, sobre como havia sido conduzida a intervenção ergonômica até o momento, para que entendessem como ocorreu todo o processo de análise e escolha tanto do problema quanto da solução. As operadoras foram instruídas, ainda, sobre como as mudanças na bancada de trabalho influenciariam na mudança da postura dos ombros durante a revisão das peças e, por conseguinte, na redução dos casos de desconforto/dor osteomuscular; conforme proposto por Vink, Urlings e van der Molen (1997), a fim de facilitar a aceitação das mudanças e, desta forma, aprimorar o processo de implementação da intervenção ergonômica.

A seguir, no dia 1º de agosto de 2011, as novas bancadas de trabalho foram introduzidas no setor, encerrando, assim, o módulo execução.

4.3 MÓDULO VERIFICAÇÃO

O módulo verificação compreendeu a etapa “avaliação da solução” do programa de intervenção ergonômica.

4.3.1 Avaliação da solução

Esta etapa teve como objetivo verificar a eficácia da solução implementada no módulo anterior. Para tanto, foram comparados os seguintes dados: número de visitas ambulatoriais e afastamentos do trabalho devido a problemas osteomusculares, nos seis meses anteriores

e nos nove meses posteriores à introdução das novas bancadas de trabalho.

A comparação dos dados supracitados foi realizada pelos membros do grupo de análise e design ergonômico, através da análise dos registros do ambulatório da empresa e do setor de recursos humanos, respectivamente.

A análise destes dados permitiu observar que não só nenhuma das operadoras do setor foi afastada do trabalho, como, também, nenhuma destas procurou o ambulatório da empresa com queixas de problemas osteomusculares na região dos ombros, nos nove meses posteriores à introdução das novas bancadas de trabalho. Comparados estes resultados com os resultados obtidos durante a análise da demanda pode ser observado que ocorreu uma redução em ambos os critérios analisados (tabela 2).

Critério	Período	
	Seis meses antes da intervenção	Nove meses após a intervenção
Visita ambulatorial	3	0
Afastamento	1	0

Tabela 2 - Comparação dos dados de visita ambulatorial e afastamento do trabalho antes e após a intervenção

De acordo com Branson et al. (2004) e Renner (2005), manutenção de uma postura mais próxima da posição neutra da articulação do ombro gera menos estresse nesta articulação. Branson et al. (2004) relatam, ainda, que diversos estudos realizados com odontólogos demonstraram que a adoção de uma postura próxima à posição neutra de uma articulação é capaz de reduzir tanto a quantidade quanto a severidade dos casos de DORT, o que, segundo Renner (2005), se deve à prevenção da fadiga muscular nestas posturas. Afirmações estas que corroboram os resultados encontrados no estudo.

Desta forma, os resultados acima descritos, corroboram os resultados de outros estudos que fizeram uso da EP como forma de prevenção dos DORT e obtiveram resultados promissores (DRIESSEN et al., 2010b; KETOLA et al., 2002; LAING et al., 2005; RIVILIS et al., 2006; ROSECRANCE; COOK, 2000; VINK; KONINGSVELD; MOLENBROEK, 2006).

Uma vez que durante a etapa de teste da solução foi relatado um aumento de 10 segundos no ciclo de trabalho com a utilização da nova bancada, foi decidido, ainda, que durante esta etapa este item seria reavaliado, assim sendo, observou-se uma redução no tempo médio do ciclo de trabalho de todas as operadoras, que foi de 50 segundos. Resultado este que apresentou significância estatística, conforme pôde ser observado através da aplicação do teste de significância de McNemar, o qual resultou em um valor de p de 0,003.

O final deste módulo foi caracterizado pela redação de um documento, pelo ergonômista, que sintetizava os dados acima expostos.

4.4 MÓDULO VALIDAÇÃO

O módulo validação compreendeu a etapa “validação da solução” do programa de intervenção ergonômica.

4.4.1 Validação da solução

Nesta etapa os participantes dos grupos diretivo e de análise e design ergonômico se reuniram para analisar os dados obtidos na etapa anterior e descritos no documento elaborado pelo ergonômista. Assim sendo, baseados nos dados acima descritos, ambos os grupos aprovaram a nova bancada e decidiram que essa deveria ser tornada

padrão na empresa, desta forma ficou decidido que o setor de inspeção, responsável pela revisão de peças provenientes das facções (denominação dada às empresas terceirizadas no setor do vestuário), também trocaria as bancadas antigas pelo novo modelo proposto e implementado como resultado do programa de EP.

Nesta reunião ocorre, ainda, a identificação da manutenção da postura em pé, sem a possibilidade de variação postural, como o próximo problema a ser solucionado durante o ciclo PDCA seguinte.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise dos resultados obtidos no estudo e conforme os objetivos propostos pôde-se concluir que a implantação do programa de intervenção ergonômica baseado nos princípios da AET e da EP e gerenciado pelo ciclo PDCA, proposto no estudo, foi eficaz tanto na redução do risco ergonômico das situações de trabalho quanto na redução das queixas e afastamentos do trabalho decorrentes de problemas osteomusculares.

Como resultado do programa de PE, foi adotado uma bancada de trabalho de plano inclinado e com um sistema manual de ajuste de altura sem o arco de revisão para as operadoras do setor de revisão. Esta mudança eliminou a necessidade das operadoras permanecerem com os ombros em ângulos de flexão e abdução inadequados durante todo o processo de revisão das peças, além de ter eliminado completamente os movimentos de colocar e retirar as peças do arco de revisão. Além da redução da exposição das operadoras a posturas inadequadas do ombro, pode-se observar, através da análise dos dados de visitas ambulatoriais e afastamentos do trabalho, que não foi registrada, nos nove meses posteriores à introdução das novas bancadas de trabalho, nenhuma visita ao ambulatório da empresa devido a queixas de desconforto/dor osteomuscular na região dos ombros por parte das operadoras do setor, assim como não ocorreu nenhum afastamento do trabalho destas pelo mesmo motivo.

Desta forma, o presente estudo contribui com a literatura científica acerca do controle dos DORT, ao demonstrar que a EP pode ser uma estratégia viável e eficaz na redução da exposição dos trabalhadores aos fatores de risco dos DORT. Além disso, o estudo fortalece a importância da participação dos trabalhadores no processo de mudança, uma vez que estes conhecem seus trabalhos melhor do que qualquer outra pessoa e, este conhecimento permite que os mesmos desenvolvam uma compreensão mais aprofundada tanto dos problemas ergonômicos quanto de suas soluções.

Apesar de suas contribuições, este trabalho também apresenta limitações. A principal delas, inerente ao método de pesquisa utilizado, é a dificuldade na generalização dos resultados. Deste modo, deve-se levar em conta, quando da análise dos resultados do presente estudo, que a implantação do programa de EP aqui descrito é somente um estudo de caso em um tipo específico de organização, uma empresa privada do

setor do vestuário. Problemas relacionados à aplicabilidade do programa de EP proposto neste estudo podem surgir em outros tipos de organizações, devido às características específicas de cada organização. Assim sendo, devido ao âmbito restrito do estudo, e à natureza da pesquisa-ação, a implantação e os resultados do programa de EP não são facilmente generalizados para outros contextos. Entretanto, o objetivo do presente estudo não era a generalização dos resultados, mas, sim, de uma proposta teórica (representada pelo programa de EP descrito), o que, segundo Yin (1994), é possível de ser realizado através de estudos de caso.

Outra limitação do estudo refere-se à falta de um grupo controle. Entretanto, deve-se ter em mente que tanto por motivos éticos quanto contratuais a presença de um grupo controle, na maioria das vezes, não é viável no contexto ocupacional, onde, muitas vezes, apenas intervenções científicas menos rigorosas podem ser adaptadas aos contextos socioeconômicos e psicossociais específicos de cada empresa, especialmente, quando se tem como objetivo a manutenção das mudanças implementadas.

Tendo em vista o exposto acima, são feitas as seguintes sugestões para futuras pesquisas: a observação do programa de EP em um período de tempo superior ao utilizado no presente estudo, a fim de tornar possível a análise de mais de um ciclo do programa; a aplicação do programa de EP proposto em diversos contextos, para verificar e modificar, se necessário, as proposições teóricas e princípios do programa; comparar os custos e benefícios à longo prazo do programa de intervenção ergonômica proposto com os custos e benefícios à longo prazo de outros modelos de programas de ergonomia; avaliar a satisfação tanto dos trabalhadores quanto da direção da organização em relação ao programa de EP proposto; e, finalmente, verificar se o programa de EP proposto é capaz de modificar a percepção dos trabalhadores, de modo que estes se sintam responsáveis pela modificação da situação de trabalho na ausência de um ergonomista.

REFERÊNCIAS

ABIT. **Perfil do setor**. Disponível em:

<http://www.abit.org.br/site/navegacao.asp?id_menu=1&id_sub=4&idio=ma=PT>. Acesso em: 18 de abril de 2012.

ABRAHÃO, J., et al. **Introdução à ergonomia**: da prática a teoria. São Paulo: Edgard Blücher, 2009.

AGOSTINETTO, J. S. **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho**: o caso de uma empresa de autopeças. 2006, 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

ANDRADE, F. F. **O método de melhorias PDCA**. 2003. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ANEMA, J. R., et al. Participatory ergonomics as a return-to-work intervention: a future challenge? **American Journal of Industrial Ergonomics**, New York, v. 44, n. 3, p. 273-281, set. 2003.

ANZANELLO, M. J. **Curvas de aprendizado como balizadoras da alocação de modelos de produtos a equipes de trabalhadores**. 2004. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

APOSTOLI, P. I disturbi muscolo-scheletrici da traumi ripetuti agli arti superiori: paradigma della evoluzione delle patologie da lavoro e della Medicina del Lavoro. **Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia**, Pavia, v. 23, n. 2, p. 87-98, abr-jun 2001.

ARMSTRONG, T. J., et al. A conceptual model of work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. **Scandinavian Journal of Work Environment and Health**, Helsinki, v. 19, n. 2, p. 73-84, abr. 1993.

ASSUNÇÃO, A. A.; ALMEIDA, I. M. Doenças osteomusculares relacionadas com o trabalho: membro superior e pescoço. In: MENDES, R. **Patologia do trabalho**: atualizada e ampliada. 2 ed. vol. 2. São Paulo: Atheneu, 2005.

ASSUNÇÃO, A. A.; VILELA, L. V. O. **Lesões por esforços repetitivos**: guia para profissionais de saúde. Piracicaba: Centro de Referência em Saúde do Trabalhador - CEREST, 2009.

ATTADIA, L. C. L.; MARTINS, R. A. Medição de desempenho como base para a evolução da melhoria contínua. **Produção**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 33-41, 2003.

BALDWIN, M. L. Reducing the costs of work-related musculoskeletal disorders: targeting strategies to chronic disability cases. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 14, n. 1, p. 33-41, fev. 2004.

BARBE, M. F.; BARR, A. E. Inflammation and the pathophysiology of work-related musculoskeletal disorders. **Brain, Behavior and Immunity**, San Diego, v. 20, n. 5, p. 423-429, set. 2006.

BARROS, M. H. B. O método PDCA como ferramenta de análise ergonômica do trabalho: estudo de caso em uma indústria de embalagem cartonada. In: Simpósio de Engenharia de Produção, XIII, 2006, Bauru. **Anais...** Bauru: SIMPEP, 2006

BÁU, L. M. S. **Fisioterapia do trabalho: ergonomia, legislação, reabilitação**. Curitiba: CLÁDOSILVA, 2002.

BENBASAT, I.; GOLDSTEIN, D. K.; MEAD, M. The case study research strategy in studies of information systems. **MIS Quarterly**, Minneapolis, v. 11, n. 3, p. 369-386, set. 1987.

BERNARD, B.P., editor. **Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back**. Cincinnati: NIOSH, 1997.

BERNARDES, J. M.; WANDERCK, C.; MORO, A. R. P. Participatory ergonomic intervention for prevention of low back pain: assembly line redesign case. **Work**, Amsterdam, v. 41, sup. 1, p. 5993-5998, fev. 2012.

BONGERS, P. M.; KREMER, A. M.; TER LAAK, J. Are psychosocial factors, risk factors for symptoms and signs of the shoulder, elbow, or hand/wrist?: A review of the epidemiological literature. **American Journal of Industrial Medicine**, New York, v. 41, n. 5, p. 315-342, mai. 2002.

BOLIS, I. **Contribuições da ergonomia para a melhoria do trabalho e para o processo de emancipação dos sujeitos**. 2011. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BOOCOCK, M. G, et al. Interventions for the prevention and management of neck/upper extremity musculoskeletal conditions: a systematic review. **Occupational and Environmental Medicine**, London, v. 64, n. 5, p. 291-303, mai. 2007.

BRANSON, B. G. et al. Effect of magnification lenses on student operator posture. **Journal of Dental Education**, Washington, v. 68, n. 3, p. 384-389, mar. 2004

BRASIL. **Instrução Normativa INSS/DC No 98 - de 05 de Dezembro de 2003. Anexo - Seção I. Atualização clínica das Lesões por Esforços Repetitivos (LER) Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT)**. Disponível em: <<http://www81.dataprev.gov.br/sislex/imagens/paginas/38/inss-dc/2003/anexos/IN-DC-98-ANEXO.htm>>. Acesso em: 13 setembro 2011.

BROWN, O. Jr. Origins and development of the concept of macroergonomics. In: TRIENNIAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION, XI, 1991, Paris. **Proceedings...** Paris: IEA, 1991.

BUCKLE, P. W.; DEVEREUX, J. J. The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. **Applied ergonomics**, Oxford, v. 33, n. 3, p. 207-217, mai. 2002.

BUCKLE, P. Ergonomics and musculoskeletal disorders: overview. **Occupational Medicine**, London, v. 55, n. 3, p. 164-167, mai. 2005.

CAMPO, M. A.; WEISER, S.; KOENING, K. L. Job strain in physical therapists. **Physical Therapy**, New York, v. 89, n. 9, p. 946-956, set. 2009.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento pelas diretrizes**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.

_____. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

CANADIAN CENTER FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY - CCOHS. **OSH Answers:** Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSDs). Disponível em: <http://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/rmirsi.html>. Acesso em 6 de outubro de 2010.

CARAYON, P.; SMITH, M. J. Work organization and ergonomics. **Applied Ergonomics**, Oxford, v. 31, n. 6, p. 649–662, 2000.

CARAYON, P.; SMITH, M. J.; HAIMS, M. C. Work organization, job stress, and work-related musculoskeletal disorders. **Human Factors**, New York, vol. 41, n. 4, p. 644-663, dez. 1999.

CARPINETTI, L. C. R. Proposta de um modelo conceitual para o desdobramento de melhorias estratégicas. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 7, n. 1, p. 29-42, 2000.

CHAFFIN, D.B. Localized muscle fatigue – definition and measurement. **Journal of Occupational Medicine**, Chicago, vol. 15, n. 4, p. 346-354, abr. 1973.

CHAFIN, D.B.; ANDERSSON, G.B.J.; MARTIN, B.J. **Biomecânica ocupacional**. Belo Horizonte: Ergo, 2001.

CHIAVEGATO FILHO, L. G.; PEREIRA JR., A. LER/DORT: multifatorialidade etiológica e modelos explicativos. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v.8, n.14, p.149-162, set./fev. 2004.

CHIAVENATO, I. **Teoria geral da administração**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

COHEN, J.; COHEN, H. H. A case study in forensics, macroergonomics, and work-related musculoskeletal injuries in call center work. In: Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, XLIX, 2005, Orlando. **Proceedings...** Orlando: HFES, 2005.

COLOMBINI, D., et al. Exposure assessment of upper limb repetitive movements: a consensus document developed by the Technical Committee on Musculoskeletal Disorders of International Ergonomics Association (IEA) endorsed by International Commission on Occupational Health (ICOH). **Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia**, Pavia, v. 23, n. 2, p. 129-142, abr.-jun. 2001.

COSTA, B. R.; VIEIRA, E. R. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: a systematic review of recent longitudinal studies. **American Journal of Industrial Medicine**, New York, v. 53, n. 3, p. 285-323, mar. 2009.

COSTA, E. A., KITAMURA, S. Órgão dos sentidos: audição. In: MENDES, R. (Org.). **Patologia do trabalho**. Rio de Janeiro: Atheneu; 1995. p. 365-387.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana. vol. 1. Belo Horizonte: Ergo, 1995.

_____. **Índice TOR-TOM**: indicador ergonômico da eficácia de pausas e outros mecanismos de regulação. Belo Horizonte: Ergo, 2006.

DANIELLOU, F. The french ergonomists' approach to work activity: cross-influences of field intervention and conceptual models. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, London, v. 6, n. 5, p. 409-427, set./out. 2005.

DAVID, G. C. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. **Occupational Medicine**, London, v. 55, n. 3, p. 190-199, mai. 2005.

de JONG, A. M. Participation. In: KARWOWSKI, W. (ed.) **International encyclopedia of ergonomics and human factors**. 1 ed. vol. 2. Boca Raton: CRC Press, 2001, p. 1271-1273.

de JONG, A. M.; VINK, P. The adoption of technological innovations for glaziers; evaluation of a participatory ergonomics approach. **International Journal of Industrial Ergonomics**, New York, v. 26, n. 1, p. 39-46, jul. 2000.

de LOOZE, M. P. et al. A participatory and integrative approach to improve productivity and ergonomics in assembly. **Production Planning and Control**, London, v. 14, n. 2, p. 174-181, mar. 2003.

DEENEY, C.; O'SULLIVAN, L. Work related psychosocial risks and musculoskeletal disorders: potential risk factors, causation and evaluation methods. **Work**, Amsterdam, v. 34, n. 2, p. 239-248, 2009.

DEJOURS, C. **A Loucura do trabalho**: estudo de psicopatologia do trabalho. São Paulo: Oboré; 1992.

DEJOURS, C.; DESSORS, D.; DESRIAUX, F. Por um trabalho, fator de equilíbrio. **RAE-Revista de administração de empresas**, São Paulo, vol. 33, n. 3, p. 98-104, mai./jun. 1993.

DEMING, E. W. **Qualidade**: a revolução na produtividade. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

DEVEREAUX, J.; BUCKLE, P.; HAISMAN, M. The evaluation of a hand-handle interface tool (HHIT) for reducing musculoskeletal discomfort associated with the manual handling of gas cylinders. **International Journal of Industrial Ergonomics**, New York, v. 21, n. 1, p. 23-34, jan. 1998.

DRIESSEN, M. T., et al. Process evaluation of a participatory ergonomics programme to prevent low back pain and neck pain among workers. **Implementation Science**, London, v. 7, ago. 2010a.
Disponível em:
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2936444/?tool=pubmed>>. Acesso em: 10 maio 2012.

DRIESSEN, M. T., et al. The effectiveness of physical and organisational ergonomic interventions on low back pain and neck pain: a systematic review. **Occupational and Environmental Medicine**, London, v. 67, n. 4, p. 277-285, abr. 2010b.

FALZON, P. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

FEUERSTEIN, M. Workstyle: definition, empirical support, and implications for prevention, evaluation, and rehabilitation of occupational upper-extremity disorders. In: MOON, S. D.; SAUTER, S. L. (Org.). **Beyond biomechanics: psychological aspects of musculoskeletal disorders in office work**. Bristol: Taylor & Francis, 1996. p. 177-206.

FIALHO, F.; SANTOS, N. **Manual de análise ergonômica do trabalho**. 2 ed. Curitiba: Genesis, 1997.

FIESC. **Santa Catarina em dados 2011**. Florianópolis: Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina, 2011.

FISHER, T. F.; KONKEL, R. S.; HARVEY, C. Musculoskeletal injuries associated with selected university staff and faculty in an office environment. **Work**, Amsterdam, v. 22, n. 3, p. 195-205, 2004.

GAYA, A (Org.) **Ciências do movimento humano**: introdução à metodologia da pesquisa. Porto Alegre: Artmed, 2008.

GONZÁLEZ-ALONSO, J. et al. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, vol. 86, n. 3, p. 1032-1039, mar. 1999.

GRANDJEAN, E.; KROEMER, K. H. E. **Manual de ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GUÉRIN, F., et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001

HAGBERG, M., et al. **Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs)**: a reference book for prevention. London: Taylor & Francis, 1995.

HAIMS, M. C.; CARAYON, P. Theory and practice for the implementation of “in-house”, continuous improvement participatory ergonomic programs. **Applied Ergonomics**, Oxford, v. 29, n. 6, p. 461-472, dez. 1998.

HAINES, H., et al. Validating a framework for participatory ergonomics (the PEF). **Ergonomics**, London, v. 45, n. 4, p. 309-327, mar. 2002.

HAINES, H. M.; WILSON, J. R. Practical constraints on employee involvement in workplace redesign: fundamental issues and a case study. In: VINK, P.; KONINGSVELD, E. A. P.; DHONDT, S (eds.). **Human factors in organizational design and management - VI**. New York: Elsevier, 1998. p. 575-578.

HALPERN, C. A.; DAWSON, K. D. Design and implementation of a participatory ergonomics program for machine sewing tasks. **International Journal of Industrial Ergonomics**, New York, v. 20, n. 6, p. 429-440, dez. 1997.

HASLE, P. et al. A critical evaluation of bottom strategies in participatory ergonomics. In: TRIENNIAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION, XIII, 1997, Tampere. **Proceedings...** Tampere: IEA, 1997. p. 364-366.

HAUKKA, E. et al. A randomised controlled trial on whether a participatory ergonomics intervention could prevent musculoskeletal disorders. **Occupational and Environmental Medicine**, London, v. 65, n. 12, p. 849-856, dez.2008.

HENDRICK, H. W. Applying ergonomics to systems: some documented "lessons learned". **Applied Ergonomics**, Oxford, v. 39, n. 4, p. 418-426, jul. 2008.

HERBERTS, P. et al. Shoulder pain and heavy manual labor. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, Philadelphia, vol. 191, p. 166-178, dez. 1984.

HUANG, G.D.; FEUERSTEIN, M.; SAUTER, S.L. Occupational stress and work-related upper extremity disorders: concepts and models. **American Journal of Industrial Medicine**, New York, vol. 41, n. 5, p. 289-314, 2002.

HUISSTED, B. M. A., et al. Incidence and prevalence of upper-extremity musculoskeletal disorders. A systematic appraisal of the literature. **BMC Musculoskeletal Disorders**, London, v. 7, n. 7, jan. 2006. Disponível em: <<http://http://www.biomedcentral.com/1471-2474/7/7>>. Acesso em: 16 agosto 2011.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

IMADA, A. S. The rationale and tools of participatory ergonomics. In: NORO, K.; IMADA A. S. (Org.). **Participatory ergonomics**. London: Taylor and Francis, 1991, pp. 30-50.

JEZUKAITIS, P.; KAPUR, D. Management of occupation-related musculoskeletal disorders. **Best Practice & Research Clinical Rheumatology**, London, v. 25, n. 1, p. 117-129, fev. 2011.

KARASEK, R.; THEORELL, T. **Healthy work, stress, productivity and the reconstruction of working life**. New York: Basic Books, 1990.

KARSH, B. T. Theories of work-related musculoskeletal disorders: implications for ergonomic interventions. **Theoretical Issues in Ergonomics Science**, London, v. 7, n. 1, p. 71-88, jan./fev. 2006.

KETOLA, R. et al. Effects of ergonomic intervention in work with video display units. **Scandinavian Journal of Work Environment and Health**, Helsinki, v. 28, n. 1, p. 18-24, fev. 2002.

KEYSERLING, M. W. Workplace risk factors and occupational musculoskeletal disorders, part 2: a review of biomechanical and psychophysical research on risk factors associated with upper extremity disorders. **AIHAJ**, Fairfax, v. 61, n. 2, p. 231-243, mar.-abr. 2000.

KOGI, K. Participatory methods effective for ergonomic workplace improvement. **Applied Ergonomics**, Oxford, v. 37, n. 4, p. 547-554, jul. 2006.

KUMAR, S. Theories of musculoskeletal injury causation. **Ergonomics**, London, v. 44, n. 1, p. 17-47, jan. 2001.

LAING, A. C. et al. Study of the effectiveness of a participatory ergonomics intervention in reducing worker pain severity through physical exposure pathways. **Ergonomics**, London, v. 48, n. 2, p. 150-170, fev. 2005.

LEE, H., et al. Psychosocial risk factors for work-related musculoskeletal disorders of the lower-back among long-haul international female flight attendants. **Journal of Advanced Nursing**, Oxford, v. 61, n. 5, p 492-502, mar. 2008.

LEPLAT, J.; MONTMOLLIN, M. As relações de vizinhança da ergonomia com outras disciplinas. In: Falzon, P. **Ergonomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

LEVITZ, C.L.; IANNOTTI, J.P. Overuse injuries of the shoulder. In: GORDON, S.L.; BLAIR, S.J.; FINE, L.J. (Eds.). **Repetitive motions disorders of the upper extremity**. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeon, 1995.

LICK, V. L. C. **Melhoria das condições de trabalho através da ação ergonômica participativa e da lógica do PDCA no setor automotivo**. 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

LONG, M. H.; JOHNSTON, V.; BOGOSSIAN, F. Work-related upper quadrant musculoskeletal disorders in midwives, nurses and physicians: A systematic review of risk factors and functional consequences. **Applied Ergonomics**, Oxford, v. 43, n. 3, p. 455-467, mai. 2012.

MACHADO, M. C. **Análise ergonômica em uma instituição geriátrica**: um estudo de caso. 2005. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MACIEL, R. H. **Prevenção da LER/DORT: o que a ergonomia pode oferecer**. São Paulo: Instituto Nacional de Saúde no Trabalho, 2000.

MARSHALL, I. Jr. **Gestão da qualidade**. 8 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

MARTINS Jr, M. **Doenças sem doentes**: ocorrência de Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho - DORT nos operadores de caixa de um banco. 2008. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

MAY, D. R.; SCHWOERER, C. E. Employee health by design: using employee involvement teams in ergonomic job design. **Personnel Psychology**, Washington, v. 47, n. 4, p. 861-876, dez. 1994.

MCATAMNEY, L; CORLETT, E. N. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. **Applied Ergonomics**, Oxford, v. 24, n. 2, p. 91-99, abr. 1993.

MELZER, A. C. S. Fatores de risco físicos e organizacionais associados a distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho na indústria têxtil. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v.15, n.1, p. 19-25, 2008.

MELO, C. P.; CARAMORI, E. J. **PDCA método de melhorias para empresas de manufatura**. Belo Horizonte: Fundação de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

MUSSI, G.; GOUVEIA, N. Prevalence of work-related musculoskeletal disorders in Brazilian hairdressers. **Occupational Medicine**, London, v. 58, n. 5, p. 367-369, mai. 2008.

NASCIMENTO, N. M.; MORAES, R. A. S. **Fisioterapia nas empresas**. Rio de Janeiro: Tabba Cultural, 2000.

NAGAMACHI, M. Requisites and practices of participatory ergonomics. **International Journal of Industrial Ergonomics**, New York, v. 15, n. 5, p. 371-377, mai. 1995.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL AND INSTITUTE OF MEDICINE - NRC/IOM. **Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremities**. Panel on musculoskeletal disorders and the workplace. Commission on Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.

NUNES, I. L. FAST ERGO X - a tool for ergonomic auditing and work-related musculoskeletal disorders prevention. **Work**, Amsterdam, v. 34, n. 2, p. 133-148, 2009.

OCCHIPINTI, E. OCRA: a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. **Ergonomics**, London, v. 41, n. 9, p. 1290-1311, set. 1998.

OLIVEIRA, P. A. B. Trabalho: o papel dos espaços de regulação individual e social na gênese das LER/DORT. **Boletim da Saúde**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 31-38, jan./jun. 2005.

PARAGUAY, A. I. B. B. Da organização do trabalho e seus impactos sobre a saúde dos trabalhadores. In: MENDES, R. **Patologia do trabalho**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 2003.

PUNNETT, L. et al. Shoulder disorders and postural stress in automobile assembly work. **Scandinavian Journal of Work Environment and Health**, Helsinki, vol. 26, n. 4 p. 283-291, 2000.

PUNNETT, L.; WEGMAN, D.H. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, vol. 14, p. 13-23, fev. 2004.

RANNEY, D. **Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho**. São Paulo: Roca, 2000.

REGIS FILHO, G. I., et al. Exposição ocupacional do cirurgião-dentista à vibração mecânica transmitida através das mãos: um estudo de caso. **Produção**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 502-509, jul./set. 2010.

RENNER, J. S. **Custos posturais nos posicionamentos em pé, em pé/sentado e sentado nos postos de trabalho do setor de costura na indústria calçadista**. 2002. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

_____. Prevenção de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho. **Boletim da Saúde**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 73-80, jan./jun. 2005.

RIO, R. P. **LER: ciência e lei**. Belo Horizonte: Health, 1998.

RIVILIS, I. et al. Effectiveness of participatory ergonomic interventions on health outcomes: A systematic review. **Applied Ergonomics**, Oxford, v. 39, n. 3, p. 342-358, mar. 2008.

RIVILIS, I., et al. Evaluation of a participatory ergonomic intervention aimed at improving musculoskeletal health. **American Journal of Industrial Medicine**, New York, v. 49, n. 10, p. 801-810, out. 2006.

RODRIGUES, A. C. **Aspectos da ergonomia que contribuem na prevenção das LER/DORT num setor da indústria cerâmica: um estudo de caso.** 2003. 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROSECRANCE, J. C.; COOK, T. M. The use of participatory action research and ergonomics in the prevention of work related musculoskeletal disorders in the newspaper industry. **Applied Occupational and Environmental Hygiene**, Cincinnati, v. 15, n. 3, p. 255-262, mar. 2000.

ROSTYAKUS, W.; EAST, J. Managing ergonomics as a process. In: AMERICAN SOCIETY OF SAFETY ENGINEERS PROFESSIONAL DEVELOPMENT CONFERENCE AND EXPOSITION, 43, 2004, Las Vegas. **Proceedings...** Las Vegas, American Society of Safety Engineers, 2004.

RUIZ, R. C. (Org.). **Um mundo sem LER é possível.** Montevideo: UITA, 2003.

SANDA, M. A. et al. Problem-identification workshop as a future-oriented macroergonomic tool for managing the work environment. In: 2010 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2010, Macao. **Proceedings...** Macao: IEEE, 2010.

SANTOS, A. C. **Impacto na qualidade de vida de um programa educacional para prevenção de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LERDORT)**. 2009. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências Médicas), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SAUTER, S. L.; SWANSON, N. G. An ecological model of musculoskeletal disorders in office work. In: MOON, S. D.; SAUTER, S. L. (Org.). **Beyond biomechanics: psychological aspects of musculoskeletal disorders in office work**. Bristol: Taylor & Francis, 1996. p. 3–22.

SESI-SP. **Manual de segurança e saúde no trabalho: indústria do vestuário**. São Paulo: SESI, 2003.

SHANNON, H. S., et al. Changes in general health and musculoskeletal outcomes in the workforce of a hospital undergoing rapid change: a longitudinal study. **Journal of Occupational Health Psychology**, Washington, v. 6, n. 1, p. 3–14, jan. 2001.

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. **TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SIEGEL, S.; CASTELLAN Jr., N. J. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SILVERSTEIN, B. A.; FINE, L. J.; ARMSTRONG, T. J. Hand wrist cumulative trauma disorders in industry. **British Journal of industrial Medicine**, London, v. 43, n. 11, p. 779-784, nov. 1986.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. 1.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

SOSLOWSKY, L.J. et al. Rotator cuff tendinosis in an animal model: role of extrinsic and overuse factors. **Annals of Biomedical Engineering**, New York, vol. 30, n. 8, p. 1057-1063, set. 2002.

SOMMERICH, C. M.; MARRAS, W. S.; KARWOWSKI, W. Work-Related Upper Extremity Musculoskeletal Disorders. In: SALVENDY, G. (ed.) **Handbook of Human Factors and Ergonomics**. 3 ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006.

SOUZA, R. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. 1997, 378 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SMITH, M. J.; CARAYON, P. Work organization, stress, and cumulative trauma disorders. In: MOON, S. D.; SAUTER, S. L. (Org.). **Beyond biomechanics: psychological aspects of musculoskeletal disorders in office work**. Bristol: Taylor & Francis, 1996. p. 23-42

ST-VINCENT, M.; CHICOINE, D.; BEAUGRAND, S. Validation of a participatory ergonomic process in two plants in the electrical sector. **International Journal of Industrial Ergonomics**, New York, v. 21, n. 1, p. 11-21, jan. 1998.

ST-VINCENT, M. et al. Participatory ergonomic processes to reduce musculoskeletal disorders: summary of a Québec experience. **Work**, Amsterdam, v. 27, n. 2, p. 123-135, 2006.

TAPPIN, D. C. **Investigating musculoskeletal disorders in New Zealand meat processing using an industry-level participative ergonomics approach**. 2008. 382 f. Tese (Doutorado em Filosofia), Massey University, Palmerston North, 2008.

TAVEIRA FILHO, A. D. Ergonomia participativa: uma abordagem efetiva em macroergonomia. **Produção**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 87-95, jul./dez. 1993.

THEORELL, T. Possible mechanisms behind the relationship between the demand-control-support model and disorders of the locomotor system. In: MOON, S. D.; SAUTER, S. L. (Org.). **Beyond biomechanics**: psychological aspects of musculoskeletal disorders in office work. Bristol: Taylor & Francis, 1996. p. 65-73.

VAN TULDER, M.; KOES, B.; BOMBARDIER, C. Low Back Pain. **Best Practice & Research Clinical Rheumatology**, London, v. 16, n. 5, p. 761-775, dez. 2002.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

VERHAGEN, A. P., et al. Ergonomic and physiotherapeutic interventions for treating work-related complaints of the arm, neck or shoulder in adults. **Cochrane Database of Systematic Reviews** v. 3, 2009. Art. No.: CD003471. DOI: 10.1002/14651858.CD003471.pub4.

VERONESI Jr., J. R. **Perícia judicial para fisioterapeutas**. São Paulo: Andreolli, 2009.

VINK, P. et al. A participatory ergonomics approach to reduce mental and physical workload. **International Journal of Industrial Ergonomics**, New York, v. 15, n. 5, p. 389-396, mai. 1995.

VINK, P.; IMADA, A. S.; ZINK, K. J. Defining stakeholder involvement in participatory design processes. **Applied Ergonomics**, Oxford, v. 39, n. 4, p. 519-526, jul. 2008.

VINK, P.; KONINGSVELD, E. A.; MOLENBROEK, J. F. Positive outcomes of participatory ergonomics in terms of greater comfort and higher productivity. **Applied Ergonomics**, Oxford, v. 37, n. 4, p. 537-546, jul. 2006.

VINK, P.; URLINGS, I. J. M.; van der MOLEN, H. F. A participatory ergonomics approach to redesign work of scaffolders. **Safety Science**, Amsterdam, v. 26, n. 1-2, p. 75-85, jun./jul. 1997.

ZALK, D. M. Grassroots ergonomics: initiating an ergonomics program utilizing participatory technique. **The Annals of Occupational Hygiene**, Oxford, v. 45, n. 4, p. 283-289, jun. 2001.

WANG, P. C., et al. Work-organizational and personal factors associated with upper body musculoskeletal disorders among sewing machine operators. **Occupational and Environmental Medicine**, London, v. 64, n. 12, p. 806-813, dez. 2007.

WEERDMEESTER, J. D. B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

WESTGAARD, R. H. Effects of psychological demand and stress on neuromuscular function. In: MOON, S. D.; SAUTER, S. L. (Org.). **Beyond Biomechanics: Psychological Aspects of Musculoskeletal Disorders in Office Work**. Bristol: Taylor & Francis, 1996. p. 75-90.

WILSON, J. R. Participation: a framework and a foundation for ergonomics. **Journal of Occupational and Organizational Psychology**, Leicester, v. 64, n. 1, p. 67-80, mar. 1991.

WILSON, J. R. Ergonomics and participation. In: WILSON, J. R.; CORLETT, E. N. **Evaluation of human work: a practical ergonomics methodology**. 2 ed. Bristol: Taylor & Francis, 1995. p. 1071-1096.

WILSON, J. R. Solution ownership in participative work redesign: The case of a crane control room. **International Journal of Industrial Ergonomics**, New York, v. 15, n. 5, p. 329-344, mai. 1995.

WISNER, A. **Antropotecnologia**. Rio de Janeiro: EVC, 2004.

YIN, R. **Case study research: design and methods**. 2 ed. Beverly Hills: Sage Publishing, 1994.